

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **08-111665**  
 (43)Date of publication of application : **30.04.1996**

(51)Int.CI. **H04B 10/08**  
**H04B 10/20**  
**H04L 12/44**

(21)Application number : **06-246231**

(71)Applicant : **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**  
**NIPPON TELEGR & TELEPH CORP**  
**<NTT>**

(22)Date of filing : **12.10.1994**

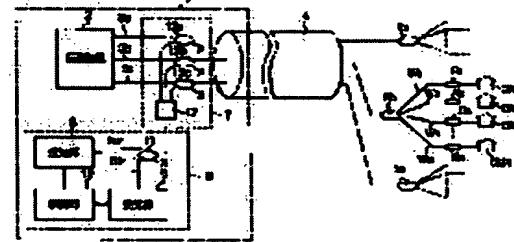
(72)Inventor : **MOBARA MASAICHI**  
**INOUE SUSUMU**  
**YAMASHITA KATSUYA**  
**OTSUKI FUMIO**

## (54) OPTICAL COMMUNICATION NETWORK MONITORING METHOD AND MONITORING SYSTEM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the monitoring method and the monitoring system of an optical communication network capable of securing highly reliable and efficient monitoring by performing a centralized monitoring about the presence or absence of the abnormality of an optical fiber line and directly searching an abnormality generation part.

**CONSTITUTION:** Inspection light  $h\nu$  is made incident from a light projecting part 7 to trunk optical fiber lines 3a to 3c, the light is reflected by the reflection parts R1 to RN provided on one side of branch line fiber lines W1 to WN connected to passive branching elements 5a to 5c, and the returned reflected light  $R\nu$  is measured by a light receiving part 8. Reflection wavelengths  $\lambda_1$  to  $\lambda_N$  of respective reflection parts are made to correspond to the branch line fiber lines W1 to WN by 1 to 1 relation. When a control part 10 detects an unreturned reflected light component, the effect that an abnormality exists in the branch line fiber line provided with the reflection part corresponding to the undetected reflected light component is discriminated.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] **17.07.2000**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or]

[application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3352247

[Date of registration] 20.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-111665

(43)公開日 平成8年(1996)4月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号 廈内整理番号 F I 技術表示箇所  
H 04 B 10/08  
10/20  
H 04 L 12/44 H 04 B 9/ 00 K  
N

審査請求 未請求 請求項の数25 OL (全 31 頁) 最終頁に続く

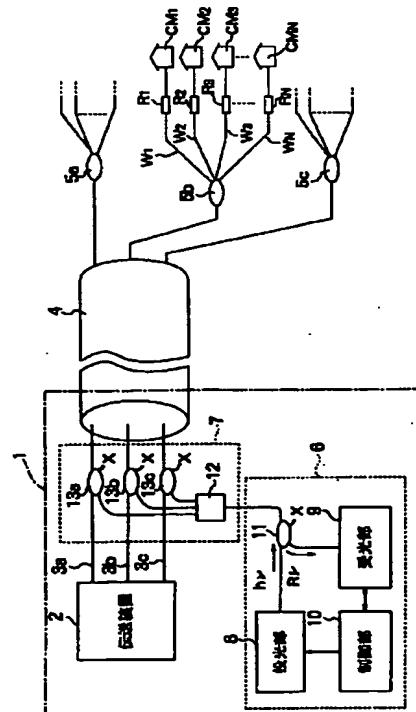
(21)出願番号	特願平6-246231	(71)出願人 000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(22)出願日	平成6年(1994)10月12日	(71)出願人 000004226 日本電信電話株式会社 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号
		(72)発明者 茂原 政一 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電 気工業株式会社横浜製作所内
		(72)発明者 井上 享 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電 気工業株式会社横浜製作所内
		(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】光通信網監視方法及び監視システム

(57)【要約】

【目的】光ファイバ線路の異常の有無を集中監視すると共に、異常発生箇所を直接的に探索して信頼性及び効率の高い監視を実現する、光通信網の監視方法及び監視システムを提供する。

【構成】投光部(7)から幹線光ファイバ線路(3a)～(3c)へ検査光(hν)を入射し、受動分岐素子(5a)～(5c)に接続されている支線ファイバ線路(W<sub>1</sub>)～(W<sub>N</sub>)の一側に設けられている反射部(R<sub>1</sub>)～(R<sub>N</sub>)で反射されて戻ってくる反射光(Rν)を受光部(8)で測定する。各反射部の反射波長(λ<sub>1</sub>)～(λ<sub>N</sub>)は支線ファイバ線路(W<sub>1</sub>)～(W<sub>N</sub>)と一対一の関係に対応付けられている。制御部(10)は、戻って来ない反射光成分を検出すると、その検出されない反射光成分に対応する反射部が設けられている支線ファイバ線路に異常が在ると判断する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】受動分岐素子に複数の枝線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視方法において、

前記夫々の支線ファイバ線路の一側に、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部を設け、

前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくる反射光の波長毎の光強度又は受光量を計測し、

前記検査光の波長と前記反射部に設定されている反射波長とに一致する波長の内、前記光強度又は受光量の計測値が所定の基準値を満足しない波長成分の有無を分析して、前記基準値を満足しない波長成分と等しい反射波長の反射部が設けられている支線ファイバ線路に異常が発生したと判定すること、を特徴とする光通信網監視方法。

【請求項2】受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視方法において、

前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子からの離隔距離が夫々異なるように特定波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部を設け、

前記反射部に設定されている反射波長と等しい波長のパルス状の検査光、又は前記反射部に設定されている反射波長を包含する広域波長のパルス状の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測し、

前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間において計測されないパルス光が存在すると、前記計測されないパルス光に対応する反射部の設けられている支線ファイバ線路に異常が発生していると判定すること、を特徴とする光通信網監視方法。

【請求項3】受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視方法において、

前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子からの離隔距離を夫々異ならせて、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射

する反射波長が設定されている反射部を設け、前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測し、

前記検査光の波長と前記反射部に設定されている反射波長とに一致する波長の内、所定の光強度又は受光量を満足しない前記反射光中のパルス光の波長を分析すると共に、前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間において計測されないパルス光を検出し、

前記所定の光強度又は受光量を満足しない前記反射光中のパルス光の波長と等しい反射波長の反射部が設けられている支線ファイバ線路、又は前記計測されないパルス光に対応する反射部の設けられている支線ファイバ線路に、異常が発生していると判定すること、を特徴とする光通信網監視方法。

【請求項4】受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視方法において、

前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子からの離隔距離を夫々異ならせて、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部を設け、

前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測し、

前記各パルス光の計測結果を、前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間又は前記各離隔距離と、前記各パルス光の波長とを特徴パラメータとするマトリクス配列のデータ群に配列処理し、

前記マトリクス配列のデータ群と予め決められたマトリクス配列のデータ群を対比することにより相互に一致しないデータを検出し、相互に一致しないデータに対応する支線ファイバ線路に、異常が発生していると判定すること、を特徴とする光通信網監視方法。

【請求項5】前記反射部を、前記夫々の支線ファイバ線路中に介在させることを特徴する請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項6】前記反射部は、前記夫々の支線ファイバ線路のコア中に前記コアと異なる屈折率の媒体を縞状に一体形成して成る光反射フィルタを用いることを特徴と

する請求項5に記載の光通信網監視方法。

【請求項7】 前記夫々の支線ファイバ線路中に他の受動分岐素子を接続し、前記反射部を前記他の受動分岐素子に分岐接続することを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項8】 前記夫々の反射部に設定される反射波長は、夫々固有の单一波長、又は反射部毎に排他独立の関係に設定した複数種ずつの波長を適用することを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項9】 前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光は、波長可変光源を用いて発生させることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項10】 前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光は、前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の光を発生する光源と、前記光源から出射される前記広域波長の光を透過させる波長可変フィルタとを用いて発生させることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項11】 前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光は、連続して前記幹線光ファイバ線路に入射させることを特徴とする請求項1に記載の光通信網監視方法。

【請求項12】 前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光は、時分割で離散的に前記幹線光ファイバ線路に入射させることを特徴とする請求項1に記載の光通信網監視方法。

【請求項13】 前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光は、連続して前記幹線光ファイバ線路に入射させることを特徴とする請求項1に記載の光通信網監視方法。

【請求項14】 前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光は、時分割で離散的に前記幹線光ファイバ線路に入射させることを特徴とする請求項1に記載の光通信網監視方法。

【請求項15】 前記反射光の計測は、前記反射光を受光して光電変換信号に出力する光電変換素子と、前記光電変換信号をデジタルデータに変換するA/D変換器を有する受光部を用いることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項16】 前記反射光の計測は、前記反射光を波長毎にスペクトル分析してデジタルのスペクトル分布データを出力するスペクトラムアライザを用いることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項17】 前記反射光の計測は、透過選択波長を変化させる波長可変フィルタに前記反射

光を透過させ、前記波長可変フィルタを透過した光を光電変換素子で光電変換し、前記光電変換素子から出力される光電変換信号をA/D変換器でデジタルデータに変換する受光部を用いることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項18】 前記反射光の計測は、前記反射光を干渉計で干渉させ、前記干渉計で干渉される干渉光を光電変換素子で光電変換し、前記光電変換素子から出力される前記干渉光の光電変換信号をA/D変換器でデジタルデータに変換し、フーリエ変換ユニットにより前記デジタルデータに基いてスペクトラム分布データを発生させる受光部を用いることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の光通信網監視方法。

【請求項19】 請求項9ないし請求項14のいずれか1項に記載の前記投光部から出射される検査光の一部を、請求項15ないし請求項18のいずれか1項に記載の前記受光部へ反射する他の反射部を設け、前記受光部から出力される前記検査光の一部の波長、光強度又は受光量の少なくとも1つ情報に基いて、前記受光部又は前記投光部の診断と、前記受光部又は前記投光部の帰還制御を行うことを特徴とする光通信網監視方法。

【請求項20】 受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視方法において、

前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子から夫々異なる離隔距離の一側に、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部を設け、前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する所定波長域において、所定の波長変化率をもって連続的に波長が変化する検査光を、適宜の繰り返し周期で繰り返して前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、

前記各繰り返し周期毎に、各繰り返し周期の各開始時点より所定の位相差遅れた時点から、前記波長変化率と等しい変化率で連続的に透過波長が変化する波長可変フィルタに、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を透過させ、前記各繰り返し周期毎に前記波長可変フィルタを透過するパルス光を計測し、

前記繰り返し周期の内、前記パルス光が検出されなかった周期を検出すると、その周期に於いて設定された前記位相差に対応する離隔距離に反射部が設けられている支線ファイバ線路に、異常が発生していると判定すること、を特徴とする光通信網監視方法。

【請求項21】 受動分岐素子に複数の枝線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続され

て成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視システムにおいて、前記夫々の支線ファイバ線路の一側に設けられ、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部と、前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、前記幹線光ファイバ線路へ入射させる投光部と、

前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくる反射光の波長毎の光強度又は受光量を計測する受光部と、

前記検査光の波長と前記反射部に設定されている反射波長とに一致する波長の内、前記光強度又は受光量の計測値が所定の基準値を満足しない波長成分の有無を分析して、前記基準値を満足しない波長成分と等しい反射波長の反射部が設けられている支線ファイバ線路に異常が発生したと判定する制御部と、を具備することを特徴とする光通信網監視システム。

【請求項22】受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視システムにおいて、

前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子から夫々異なる離隔距離の一側に設けられ、特定波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部と、

前記反射部に設定されている反射波長と等しい波長のパルス状の検査光、又は前記反射部に設定されている反射波長を包含する広域波長のパルス状の検査光を、前記幹線光ファイバ線路へ入射する投光部と、

前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測する受光部と、

前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間において計測されないパルス光が存在すると、前記計測されないパルス光に対応する反射部の設けられている支線ファイバ線路に異常が発生していると判定する制御部と、を具備することを特徴とする光通信網監視システム。

【請求項23】受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視システムにおいて、

前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子から夫々異なる離隔距離の一側に設けられ、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部と、

前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等し

い波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射する投光部と、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測する受光部と、前記検査光の波長と前記反射部に設定されている反射波長とに一致する波長の内、所定の光強度又は受光量を満足しない前記反射光中のパルス光の波長を分析すると共に、前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間において計測されないパルス光を検出し、前記所定の光強度又は受光量を満足しない前記反射光中のパルス光の波長と等しい反射波長の反射部が設けられている支線ファイバ線路、又は前記計測されないパルス光に対応する反射部の設けられている支線ファイバ線路に、異常が発生していると判定する制御部と、を具備することを特徴とする光通信網監視システム。

【請求項24】受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光

20 ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視システムにおいて、

前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子から夫々異なる離隔距離の一側に設けられ、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部と、

前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、前記幹線光ファイバ線路へ入射する投光部と、

前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測する受光部と、

前記各パルス光の計測結果を、前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間又は前記各離隔距離と、前記各パルス光の波長とを特徴パラメータとするマトリクス配列のデータ群に配列処理し、前記マトリクス配列のデータ群と予め決められたマトリクス配列のデータ群を対比することにより相互に一致しないデータを検出し、相互に一致しないデータに対応する支線ファイバ線路に、異常が発生していると判定する制御部と、を具備することを特徴とする光通信網監視システム。

【請求項25】前記反射部は、支線ファイバ線路と加入者端末とを接続する光コネクタに着脱可能に内蔵されることを特徴とする請求項21ないし請求項24のいずれか1項に記載の光通信網監視システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光通信網における光ファイバ線路の状態を監視する監視方法、及び監視システ

ムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、加入者光通信網やCATV網などで知られるように、送信局から延びる基幹の光ファイバ線路に受動分岐素子（例えば、スターカプラ）を接続し、この受動分岐素子を介して更に複数の光ファイバ線路（即ち、支線ファイバ線路）を通じて複数の加入者と接続する樹枝状のネットワーク構成が検討されるようになり、このような面的に広がりを持った樹枝状光通信網によって多数の加入者に対して経済性に優れた光通信サービスを提供しつつある。

【0003】ここで、このような樹枝状のネットワーク構成の光通信網にあっては、受動分岐素子の分岐下流側（加入者側）に接続されている支線ファイバ線路の数が膨大になるので、これらの支線ファイバ線路の異常の有無を効率的に探索する必要がある。特に、今後とも益々複雑化する光通信網にあっては、高い伝送品質の確保や高い伝送効率の維持のために、送信局において集中的に監視することが望まれる。

【0004】従来、このような技術的課題に対して、特開平4-340435号に示された故障位置探索方法が知られている。これは、予め光通信網の計算モデルに対して探索用の光パルスデータを適用したときに得られる反射波形（計算による波形）をシュミレーションしており、実際に光通信網の光ファイバ線路に探索用の光パルスを送信したときに測定した反射波形と上記シュミレーションによる波形とを比較することによって、上記計算モデルから異常の有無を推定するものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような従来の故障位置探索方法にあっては、現実の光通信網に即した計算モデルを作成して上記の如きシュミレーションを行うには、高速且つ大型のコンピュータ等を導入する必要があり、益々複雑化する光通信網に対応することが極めて困難である。更に、計算モデルに基づいて異常箇所を解析推定するので、解析誤差による信頼性の低下などの問題がある。

【0006】本発明は、このような従来技術の課題に鑑みて成されたものであり、通常時での光通信効率の低下を招来することなく光通信網の異常の有無を迅速且つ集中監視することができると共に、複雑な光通信網に対しても高精度且つ高効率の監視を実現する、光通信網の監視方法及び監視システムを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために本発明は、まず、受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視方法及び監視システムを対象とするものである。

10

20

30

40

50

【0008】そして、第1の実施態様としては、前記夫々の支線ファイバ線路の一側に、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部を設け、前記反射部に設定されているいざれかの反射波長と等しい波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくる反射光の波長毎の光強度又は受光量を計測し、前記検査光の波長と前記反射部に設定されている反射波長とに一致する波長の内、前記光強度又は受光量の計測値が所定の基準値を満足しない波長成分の有無を分析して、前記基準値を満足しない波長成分と等しい反射波長の反射部が設けられている支線ファイバ線路に異常が発生したと判定することとした。

【0009】又、第2の実施態様として、受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する光通信網監視方法及び監視システムを対象として、前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子から夫々異なる離隔距離の一側に、特定波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部を設け、前記反射部に設定されている反射波長と等しい波長のパルス状の検査光、又は前記反射部に設定されている反射波長を包含する広域波長のパルス状の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測し、前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間において計測されないパルス光が存在すると、前記計測されないパルス光に対応する反射部の設けられている支線ファイバ線路に異常が発生していると判定することとした。

【0010】又、第3の実施態様として、受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する光通信網監視方法及び監視システムを対象として、前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子から夫々異なる離隔距離の一側に、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部を設け、前記反射部に設定されているいざれかの反射波長と等しい波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測し、前記検査光の波長と前記反射部に設定されている反射波長とに一致する波長の内、所定の光強度又は

受光量を満足しない前記反射光中のパルス光の波長を分析すると共に、前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間において計測されないパルス光を検出し、前記所定の光強度又は受光量を満足しない前記反射光中のパルス光の波長と等しい反射波長の反射部が設けられている支線ファイバ線路、又は前記計測されないパルス光に対応する反射部の設けられている支線ファイバ線路に、異常が発生していると判定することとした。

【0011】又、第4の実施態様として、受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する光通信網監視方法及び監視システムを対象とし、受動分岐素子に複数の支線ファイバ線路が樹枝状接続されて成る光通信網が、上流側の幹線光ファイバ線路に対して、1段又は2段以上従属接続されて成る樹枝状光通信網を監視する、光通信網監視方法において、前記夫々の支線ファイバ線路の一側であって前記受動分岐素子から夫々異なる離隔距離の一側に、夫々の支線ファイバ線路に対応付けて決められた固有波長の光を反射する反射波長が設定されている反射部を設け、前記反射部に設定されているいずれかの反射波長と等しい波長の検査光、又は前記反射部に設定されている全ての反射波長を包含する広域波長の検査光を、投光部から前記幹線光ファイバ線路へ入射させ、前記反射部で反射されて前記幹線光ファイバ線路に戻ってくるパルス光列状の反射光を計測し、前記各パルス光の計測結果を、前記検査光の前記入射時点から前記各パルス光の計測時点までについて予め決められた各伝搬遅延時間又は前記各離隔距離と、前記各パルス光の波長とを特徴パラメータとするマトリクス配列のデータ群に配列処理し、前記マトリクス配列のデータ群と予め決められたマトリクス配列のデータ群を対比することにより相互に一致しないデータを検出し、相互に一致しないデータに対応する支線ファイバ線路に、異常が発生していると判定することとした。

【0012】

【作用】本発明による上記第1の実施態様によれば、上流側の幹線光ファイバ線路に上記所定の検査光を入射すると、通常の光通信と同様に、受動分岐素子を介して下流側の支線ファイバ線路へ伝送される。かかる検査光は、支線ファイバ線路に設けられている反射部で反射され、反射光となって光経路を通じて逆に戻ってくる。そして、この反射光は、各反射部に設定されている反射波長によって波長分割された波長光の集合となる。更に、各反射部と支線ファイバ線路とは、固有の波長選択性に基いて一対一に対応付けられているので、反射光について、各波長毎の光強度や所定時間に受光して得られる受光量を測定して、正常時に予め測定しておいた条件と対比することによって、異常のある支線ファイバ線路を直

接的に判定することができる。即ち、全ての支線ファイバ線路が正常であれば、全ての支線ファイバ線路の本数に対応した全波長光（反射光）を測定することとなるので、異常無しと判定することができ、ある支線ファイバ線路に断線等の異常が存在していれば、その支線ファイバ線路に対応する波長成分が反射光から欠落することとなるので、その欠落した波長成分から、異常のある支線ファイバ線路を直接的に判定することができる。又、複数本の支線ファイバ線路に同時に異常が存在していると、これらの支線ファイバ線路に対応する複数の波長成分が欠落するので、複数の支線ファイバ線路の異常を直接的に判定することができる。

【0013】本発明による上記第2の実施態様によれば、上流側の光ファイバ線路に上記パルス状の検査光を入射すると、通常の光通信と同様に、受動分岐素子を介して下流側の支線ファイバ線路へ伝送される。一方、夫々の支線ファイバ線路に設けられている反射部は、共通に分岐接続されている受動分岐素子から相互に異なった固有の離隔距離に配置されているので、各支線ファイバ線路は、当該受動分岐素子からの固有の離隔距離に基いて特定化されている。したがって、夫々の検査光が夫々の反射部で反射されて逆に戻ってくるときの伝播遅延時間が支線ファイバ線路毎に異なる。よって、全ての支線ファイバ線路が正常であれば、伝播遅延時間毎に反射光を測定することとなるので、その光強度若しくは受光量に基いて正常と判定することができ、一方、断線等に起因する異常支線ファイバ線路が存在していれば、その異常支線ファイバ線路固有の反射光成分が戻らなくなるので、反射光の光強度若しくは受光量に基いて、異常支線ファイバ線路を直接的に判定することができる。

【0014】本発明による上記第3の実施態様によれば、上記第1、第2の実施態様で説明した両方の機能が発揮される。即ち、支線ファイバ線路は、反射部の反射波長と離隔距離に対応する伝播遅延時間の相違によって特定化されるので、上記所定の検査光に対する反射光を、各反射部の反射波長と伝播遅延時間毎に測定することによって、全ての支線ファイバ線路の異常の有無及び異常箇所の特定化が可能となる。

【0015】本発明による上記第4の実施態様によれば、上記所定の検査光に対する反射光を、各反射部の反射波長と伝播遅延時間毎に計測し、これらの計測結果を特徴パラメータとするマトリクス配列のデータ群に配列処理するので、コンピュータ処理等に好適となる。

【0016】

【実施例】

＜実施例1＞本発明による第1の実施例を図面と共に説明する。まず、この実施例の監視システムが適用される光通信網の基本構成を図1と共に説明する。CATVシステムや加入者通信網などの局舎1に設置されている伝送装置2から延設された1又は2以上の幹線光ファイバ

線路（同図中では、代表して3本の幹線光ファイバ線路3a, 3b, 3cを示す）が、光ファイバケーブル4として束ねられて下流の加入者側へ敷設され、更に、幹線光ファイバ線路3a, 3b, 3cの一端に連結された受動分岐素子5a, 5b, 5cを介して複数の支線ファイバ線路が樹枝状に接続され、夫々の支線ファイバ線路の終端に加入者端末器が接続されている。

【0017】次に、監視システムの構成を説明する。尚、受動分岐素子5a, 5b, 5cに分岐接続されている夫々の支線ファイバ線路群は、いずれも同じ原理に基いて監視されるので、図中の端末器CM<sub>1</sub>～CM<sub>N</sub>が接続されている支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の異常監視について代表して説明するものとする。更に、第2の実施例以降の説明においても、受動分岐素子5bに従属的に樹枝状接続された支線ファイバ線路網について説明することとする。

【0018】図1において、この監視システムは、局舎1内に設置される監視装置6と幹線結合器7及び、監視対象である各支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の途中に予め付設される反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>によって構成されている。

【0019】監視装置6は、異常検査用の検査光（プローブ光とも言う）hνを出射する投光部8と、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>によって反射されてくる反射光（詳細は後述する）Rνを受光して信号処理可能なデータに変換して出力する受光部9と、これら投光部8及び受光部9を制御すると共に上記受光部9から出力されるデータに基いて異常監視をする制御部10と、双方向光カプラ11を備えている。

【0020】幹線結合器7は、光分岐器12と、幹線光ファイバ線路3a, 3b, 3cの一側端に設けられた双方向光カプラ13a, 13b, 13cとを有し、光分岐器12は、双方向光カプラ13a, 13b, 13cのいずれか1つと監視装置6内の双方向光カプラ11とを光学的に切換え接続する。即ち、受動分岐素子5bに接続された支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の異常を監視するときは、光分岐器12が双方向光カプラ11と双方向光カプラ13bとを光学的に接続することによって、投光部8からの検査光hνを幹線光ファイバ線路3bないし受動分岐素子5bを介して支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>へ伝送され、更に、この検査光hνが反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>で反射されて支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>を逆に戻ってくる上記反射光Rνを双方向光カプラ11へ伝送する。

【0021】双方向光カプラ11は、上述のように、投光部8から出射された検査光hνを光分岐器12へ伝送すると共に、光分岐器12からの反射光Rνを受光部9へ伝送する双方向性を有している。

【0022】反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>は、図2(a)に各支線ファイバ線路について一括して示すように、受動分岐素子5bを介して支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>に伝送されてくる検査光hνのうち予め設定されている特定波長の

光のみを選択反射するが、伝送装置2が伝送する通信信号光についてはそのまま端末器CM<sub>1</sub>～CM<sub>N</sub>へ通過させる波長選択性を有する光反射フィルタであり、予め反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>毎に相互に異なった反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>に設定されている。即ち、反射部R<sub>1</sub>の反射波長はλ<sub>1</sub>、反射部R<sub>2</sub>の反射波長はλ<sub>2</sub>、以下同様に、反射部R<sub>N</sub>の反射波長はλ<sub>N</sub>に設定され、且つこれらの反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>は相互に排他独立の関係に設定されている。

【0023】又、これらの反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>には、周知の反射波長選択性を有する光学フィルタを適用してもよいが、この実施例の反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>は、図3(a)に示すように、各支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>のコア内に、コアと異なる屈折率の複数の媒体Fを縞状に一体形成することによって波長選択性を発揮させる構造となっている。そして図3(b)～(c)の要部断面図に示すように、所定の間隔dで設けられた複数個の媒体Fの数を反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>毎に異ならせることによって、次の関係式(1)から、相互に異なった反射波長λが設定されている。

$$\lambda = 2nd \quad \dots (1)$$

(但し、nは反射部の平均屈折率、dは媒体Fの間隔)

尚、かかる反射部の詳細な構造は、特開平5-307119号公報に開示されている。又、他の構成の反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>として、夫々に複数個ずつの反射波長を設定しておくことにより、各支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>を夫々固有の複数の反射波長で識別化しつつ異常監視を行うようにしてもよい。即ち、図3(a)～(c)にて示した反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>は、夫々固有の单一反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>に設定されているが、これに対し、例えば図3(d)に示すように、反射部R<sub>1</sub>の反射波長帯域をWR<sub>1</sub>に決めて、この反射波長帯域WR<sub>1</sub>に含まれる複数（例えばm個）の反射波長λ<sub>11</sub>, λ<sub>12</sub>～λ<sub>1m</sub>を設定する複数個の光反射フィルタr<sub>11</sub>, r<sub>12</sub>～r<sub>1m</sub>をコア中に直列に設け、他の反射部R<sub>2</sub>～R<sub>N</sub>についても同様に、夫々排他独立の関係に割り当てられた所定波長帯域WR<sub>2</sub>～WR<sub>N</sub>毎に複数個ずつの光反射フィルタを各支線ファイバ線路W<sub>2</sub>～W<sub>N</sub>に形成する。このように、帯域分割して各反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>に複数の反射波長を設定すると、各波長をデジタルのビットデータに対応付けることによって、各支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>をmビットのコードデータ等として識別化することができ、制御部10に内蔵されているマイクロコンピュータシステム等によって異常監視処理するのに、処理能力の効率化を図ることができる。

【0024】更に又、他の構成の反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>として、図2(b)に示すように、支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の夫々に双方向性を有する受動分岐素子を設け、これらの受動分岐素子を介して各反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>を設けるようにしてもよい。この図2(b)の構成によれば、

伝送装置2から伝送されてくる通信信号光を支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>を介して端末器CM<sub>1</sub>～CM<sub>N</sub>へ伝送するための本来の光伝送経路内に、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>を直接介在させないので、通信信号光に対する反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の影響を防止することができるという効果が得られる。更に、図3(a)～(c)に示した光反射フィルタに限らず、例えば周知の反射波長フィルタ等の様々な種類の反射波長フィルタを反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>に使用することができることから、設計の自由度が向上する等の効果が得られる。

【0025】更に又、図2(c)に示すように、支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の夫々に、双方向性を有する複数個の受動分岐素子（例えば、図中では2個）設け、これらの受動分岐素子に複数個の反射部を接続するようにしてもよい。そして、これら複数個の反射部の各反射波長を、各支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>毎に固有の波長帯域WR<sub>1</sub>～WR<sub>N</sub>内に帯域分割して予め決定しておく。このような構成によると、通信信号光に対する反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の影響を防止することができると共に、図3

(d)において上述した効果即ち、各反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>に設定された各波長をデジタルのビットデータに対応付けることによって、各支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>をコードデータ等で識別化することができる。更に、様々な種類の反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>を使用することができることから設計の自由度が向上する等の効果が得られる。

【0026】但し、図2(a)～(c)及び図3(d)に示すいずれの場合であっても、これらの反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>は、通信信号光のみを端末器CM<sub>1</sub>～CM<sub>N</sub>へ通過させるために通常設けられている透過波長選択性を有する帯域制限フィルタの上流側に可能な限り近接して設けられる。即ち、監視対象である夫々の支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の監視範囲を可能な限り広くするように設けられる。

【0027】次に、図4及び図5に基いて、監視装置6を詳述する。

【0028】まず、投光部8は、図4に示すように、光源8aと波長可変フィルタ8bを有し、光源8aは図5(a)に示すように全ての反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>に設定されている反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>を包含する光（例えば、白色光）を連続出射し、波長可変フィルタ8bは光源8aからの出射光が入射され、透過選択波長を、例えば短波長λ<sub>L</sub>から長波長λ<sub>H</sub>（λ<sub>L</sub>≤λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>≤λ<sub>H</sub>の関係にある）へ向けて連続的に掃引変化させることにより、連続的に波長の変化する検査光hνを双方向光カプラ11へ伝送する。又、制御部10内の駆動回路10aによって光源8aの発光強度が一定に保たれると共に、波長設定回路10bによって波長可変フィルタ8bの透過選択波長が制御される。

【0029】これにより、検査光hνは、図5(b)の関係に示すように、時間の経過に伴って反射部R<sub>1</sub>～R

Nに対応する波長の光となり、双方向光カプラ11と光分岐器12及び双方向光カプラ13bを介して支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>へ伝送され、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>が夫々固有の波長の検査光hνを反射することとなる。そして、これらの反射された光は反射光Rνとなって幹線光ファイバ線路3bを逆行し、再び双方向光カプラ13bと光分岐器12及び双方向光カプラ11bを介して受光部9へ入射される。

【0030】受光部9は、図4に示すように、反射光Rνを光電変換する光電変換素子9aと、光電変換素子9aから出力される光電変換信号をデジタルデータにA/D変換して制御部10へ供給するA/D変換器9bとを備えている。

【0031】したがって、図2(a)又は図2(b)で示した夫々固有の单一波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>に設定されている反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>が使用される場合であって、全ての支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>に異常が無ければ、図5(c)に示すように、反射光Rνは、全ての反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>に対応する波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>の時間分割された反射光成分を有することとなり、A/D変換器9aからは、波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>毎の光強度（又は受光量）を表すデジタルデータが outputされることとなる。

【0032】一方、夫々固有の单一波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>に設定されている反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>が使用される場合であって、いずれかの支線ファイバ線路、例えば支線ファイバ線路W<sub>2</sub>の途中に断線などの異常が発生した場合には、図5(d)に示すように、反射部R<sub>2</sub>に対応する波長λ<sub>2</sub>の反射光成分が反射光Rνから欠落するので、A/D変換器9aから出力されるデジタルデータのうち、この波長λ<sub>2</sub>についての光強度（又は受光量）を表すデジタルデータの値が正規の場合よりも小さくなる。尚、2以上の支線ファイバ線路に異常が発生しても同様に、該当する2以上の波長成分が反射光Rνから欠落し、A/D変換器9aから出力されるデジタルデータのうち、この欠落した波長成分のデジタルデータの値が正規の場合よりも小さくなる。

【0033】又、図2(c)又は図3(d)に示したように、支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>毎に複数の反射波長の反射部を設けた場合であって、全ての支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>に異常が無ければ、図5(e)に示すように、反射光Rνは、各反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>に対応する複数個ずつの波長λ<sub>11</sub>～λ<sub>1m</sub>、λ<sub>21</sub>～λ<sub>2m</sub>、……、λ<sub>N1</sub>～λ<sub>Nm</sub>の反射光成分を有することとなり、A/D変換器9bからは、これらの光強度（又は受光量）を表すデジタルデータが outputされることとなる。

【0034】一方、支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>毎に複数の反射波長の反射部を設けた場合であって、いずれかの支線ファイバ線路、例えば支線ファイバ線路W<sub>2</sub>の途中に断線などの異常が発生した場合には、図5(f)に示すように、反射部R<sub>2</sub>に設定されている一群の反射波

長 $\lambda_{21} \sim \lambda_{2m}$ の反射光成分が反射光 $R\nu$ から欠落し、A/D変換器 $9_b$ から出力されるデジタルデータのうち、この一群の波長 $\lambda_{21} \sim \lambda_{2m}$ の光強度（又は受光量）を表すデジタルデータの値が正規の場合よりも小さくなる。又、2以上の支線ファイバ線路に異常が発生しても同様に、該当する2群以上の反射波長成分の光が反射光 $R\nu$ から欠落し、A/D変換器 $9_b$ から出力されるデジタルデータのうち、この欠落した波長成分のデジタルデータの値が正規の場合よりも小さくなる。

【0035】このように、A/D変換器 $9_b$ から出力される各波長毎のデジタルデータは、反射部 $R_1 \sim R_N$ の夫々の反射波長で対応付けられているので、支線ファイバ線路の異常の有無の情報と、異常の発生した支線ファイバ線路を識別する情報を有することとなる。

【0036】制御部10は、波長毎のデジタルデータと予め決めておいた判断基準データとを対比することによって、異常の有無の判断と異常の発生した支線ファイバ線路を判定する。例えば、予め決めておいた判断基準として所定の閾値を設定しておき、この閾値以下となるデジタルデータに関する反射波長に基づいて、異常の発生した支線ファイバ線路を識別・判定する。更に、異常の発生した支線ファイバ線路に関する情報をディスプレイ等に表示したり、警報装置を鳴動させるなどの警告を行う。

【0037】このように、この実施例によれば、検査光 $h\nu$ に対する反射光 $R\nu$ の所定波長毎の光強度（又は受光量）を検出するだけで、支線ファイバ線路の異常の有無といずれの支線ファイバ線路に異常が発生したかを局舎1側で集中監視することができる。光通信網の保守管理が容易となり、且つ異常の発生に対して迅速な処置が可能となる。又、比較的簡素なシステム構成によって高精度の監視を行うことができ、更に、複雑な光通信網及び次第に拡張される光通信網に対しても容易に対応し得る拡張性を有した監視システムを提供することができる。

【0038】尚、この実施例では、光源 $8_a$ から広波長域の光を連続出射させておき、波長可変フィルタ $8_b$ の選択波長を連続的に変化させることによって検査光 $h\nu$ を発生させる構成としたが、このように連続的に変化させのではなく、波長可変フィルタ $8_b$ を所定タイミングで駆動制御することによって、図5(g)又は(h)に示すように、反射部 $R_1 \sim R_N$ に設定されている反射波長に対応する波長光成分を時分割で離散的に発生させて検査光 $h\nu$ を出射させるようにしてもよい。因みに、図5(g)は、図2(a)又は図2(b)に示す夫々固有の单一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ に設定された反射部 $R_1 \sim R_N$ を適用する場合の検査光 $h\nu$ を示し、かかる検査光 $h\nu$ に対して図5(c)又は図5(d)に示すような反射光 $R\nu$ が検出されることとなる。一方、図5(h)は、図2(c)又は図3(d)に示すように、夫々に複

数個ずつの反射波長が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を適用する場合の検査光 $h\nu$ を示し、かかる検査光 $h\nu$ に対しては、図5(e)又は図5(f)に示すような反射光 $R\nu$ が検出されることとなる。よって、このように時分割で各波長成分が発生する検査光 $h\nu$ によっても、集中的且つ迅速な異常監視を行うことができる。

【0039】<実施例2>次に、第2の実施例を図6と共に説明する。尚、図6は局舎内に設置される監視装置の構成を示し、図4と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0040】まず、この実施例における監視システムの概略構成は図1と同様であり、更に、各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に対応付けて設けられる反射部 $R_1 \sim R_N$ の構成は、図2及び図3に示したいずれのものであっても良い。

【0041】この実施例を第1の実施例と対比しつつ説明すると、図6において、受光部には、双方向光カプラ11からの反射光 $R\nu$ を受光してスペクトル解析を行うスペクトラムアナライザ14が設けられ、制御部10がこのスペクトラムアナライザ14から出力されるスペクトラム分布のデータを入力することによって、監視対象である支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無及び異常場所の判定処理を行う。

【0042】即ち、図5(a) (b)で示したように、光源 $8_a$ と波長可変フィルタ $8_b$ によって波長が連続的に変化する検査光 $h\nu$ を、双方向光カプラ11と光分岐器12及び双方向光カプラ13bを介して支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ へ伝送すると、各反射部 $R_1 \sim R_N$ に設定されている反射波長の光のみが反射され、反射光 $R\nu$ となって再び双方向光カプラ11を介してスペクトラムアナライザ14へ入射する。スペクトラムアナライザ14は、反射光 $R\nu$ の全波長成分を包含する広波長域についてスペクトル分析するので、各反射部 $R_1 \sim R_N$ に設定されている夫々の反射波長のスペクトラム分布のデータを制御部10へ出力する。

【0043】そして、全ての支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に異常がなければ、前記図5(c)又は図5(e)に示すような全ての反射波長のスペクトラム分布のデータが発生し、一方、いずれかの支線ファイバ線路に異常が発生した場合には、例えば図5(d)又は図5(f)に示したように、その支線ファイバ線路に付設されている反射部固有の反射波長のスペクトルデータの値が正規条件よりも小さくなる。

【0044】したがって、この第2の実施例では、制御部10中のマイクロコンピュータシステム等がスペクトラムアナライザ14からのスペクトラム分布のデータと予め決められた基準データとを対比することによって、支線ファイバ線路の異常の有無といずれの支線ファイバ線路に異常が発生したかを集中監視し、異常の発生に対して迅速な処置を可能にしている。又、比較的簡素なシ

システム構成によって高精度の監視を行うことができ、更に、複雑な光通信網及び次第に拡張される光通信網に対しても容易に対応し得る拡張性を有している。

【0045】尚、この実施例において、検査光 $h\nu$ は、使用される反射部 $R_1 \sim R_N$ の種類に応じて、図5 (b) に示した連続出射、若しくは同図 (g) 又は (h) に示した時分割による離散的な出射のいずれを適用してもよい。因みに、上記の連続出射による検査光 $h\nu$ に対して、図5 (c) 又は (d) 若しくは同図 (e) 又は (f) に示すような反射光 $R\nu$ が検出され、上記の離散的な出射による検査光 $h\nu$ に対して、図5 (e) 又は (f) に示すような反射光 $R\nu$ が検出されることとなり、いずれの場合にも集中監視を行うことができる。

【0046】<実施例3>次に、第3の実施例を図7と共に説明する。尚、図7は局舎内に設置される監視装置の構成を示し、図4と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0047】まず、この実施例における監視システムの概略構成は図1と同様であり、更に、各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に対応付けて設けられる反射部 $R_1 \sim R_N$ の構成は、図2及び図3に示したいずれのものであっても良い。

【0048】この実施例の監視装置6の構成を図4に示した監視装置と対比して説明すると、図7において、受光部は、双方向光カプラ11からの反射光 $R\nu$ を光電変換する光電変換素子 $9_a$ と、その光電変換素子 $9_a$ から出力される光電変換信号をデジタルデータに変換するA/D変換器 $9_b$ を備えている。投光部は、波長可変レーザ等の波長可変光源15を備え、制御部10の指令に応じて波長設定回路16が波長可変光源15の出射波長を制御することによって、反射部 $R_1 \sim R_N$ に設定されている反射波長に対応する波長成分を有する検査光 $h\nu$ を双方向光カプラ11へ出射させるようになっている。

【0049】そして、図2 (a) 又は (b) に示すような夫々に单一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を使用する監視システムに対しては、検査光 $h\nu$ の波長成分を、図5 (a) 及び (b) に示すように連続的に変化させたり、若しくは図5 (g) に示すように時分割で離散的に変化させるように、波長可変光源15を駆動制御する。この結果、反射光 $R\nu$ は、異常の有無に応じて、図5 (c) 又は (d) に示すようなスペクトルとなり、かかる波長毎の光強度（又は受光量）のデジタルデータがA/D変換器 $9_b$ から出力される。

【0050】一方、図2 (c) 又は図3 (d) に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を適用する監視システムに対しては、検査光 $h\nu$ の波長成分を、図5 (b) に示すように連続的に変化させたり、図5 (h) に示すように時分割で離散的に変化させるように、波長可変光源15を駆動制御する。この結果、反射光 $R\nu$ は、異常の有無に応じて、図5 (e) 又は (f) に示すようなスペクトルとなり、かかる波長毎のスペクトラム分布のデータがスペクトラムアナライザ14から出力される。

5 (e) 又は (f) に示すようなスペクトルとなり、かかる波長毎の光強度（又は受光量）のデジタルデータがA/D変換器 $9_b$ から出力される。

【0051】よって、このように時分割で各波長成分が発生する検査光 $h\nu$ によっても、集中的且つ迅速な異常監視を行うことができる。

【0052】<実施例4>次に、第4の実施例を図8と共に説明する。尚、図8は局舎内に設置される監視装置の構成を示し、図6及び図7と同一又は相当する部分を同一符号で示している。

【0053】まず、この実施例における監視システムの概略構成は図1と同様であり、更に、各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に対応付けて設けられる反射部 $R_1 \sim R_N$ の構成は、図2及び図3に示したいずれのものであっても良い。

【0054】この実施例の監視装置6の構成を、図6及び図7に示した監視装置と対比して説明すると、図8において、受光部には、双方向光カプラ11からの反射光 $R\nu$ を受光してスペクトラムアナライザ14が設けられ、制御部10がこのスペクトラムアナライザ14から出力されるスペクトラム分布のデータを入力することによって、監視対象である支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無及び異常のある支線ファイバの判定処理を行う。

【0055】投光部には、波長可変レーザ等の波長可変光源15を備え、制御部10の指令に応じて波長設定回路16が波長可変光源15の出射波長を制御することによって、反射部 $R_1 \sim R_N$ に設定されている反射波長に対応する波長成分を有する検査光 $h\nu$ を双方向光カプラ11へ出射させるようになっている。

【0056】そして、図2 (a) 又は (b) に示すような夫々固有の单一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を使用する監視システムに対しては、検査光 $h\nu$ の波長成分を、図5 (a) 及び (b) に示すように連続的に変化させたり、若しくは図5 (g) に示すように時分割で離散的に変化させるように、波長可変光源15を駆動制御する。この結果、反射光 $R\nu$ は、異常の有無に応じて、図5 (c) 又は (d) に示すようなスペクトルとなり、かかる波長毎のスペクトラム分布のデータがスペクトラムアナライザ14から出力される。

【0057】一方、図2 (c) 又は図3 (d) に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を適用する監視システムに対しては、検査光 $h\nu$ の波長成分を、図5 (b) に示すように連続的に変化させたり、図5 (h) に示すように時分割で離散的に変化させるように、波長可変光源15を駆動制御する。この結果、反射光 $R\nu$ は、異常の有無に応じて、図5 (e) 又は (f) に示すようなスペクトルとなり、かかる波長毎のスペクトラム分布のデータがスペクトラムアナライザ14から出力される。

【0058】よって、このように時分割で各波長成分が発生する検査光 $h\nu$ によっても、集中的且つ迅速な異常監視を行うことができる。

【0059】<実施例5>次に、第5の実施例を図9と共に説明する。尚、図9は局舎内に設置される監視装置6の構成を示し、図4と同一又は相当する部分を同一符号で示している。まず、この実施例における監視システムの概略構成は図1と同様であり、更に、各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に対応付けて設けられる反射部 $R_1 \sim R_N$ の構成は、図2及び図3に示したいずれのものであっても良い。

【0060】この実施例の監視装置6の構成を、図4に示した監視装置と対比して説明すると、図9において、受光部には、双方向光カプラ11からの反射光 $R\nu$ が入射され、透過選択波長を連続的又は離散的に変化させる波長可変フィルタ17と、反射光 $R\nu$ の内、波長可変フィルタ17を透過した波長光を光電変換する光電変換素子 $9_a$ と、光電変換素子 $9_a$ から出力される光電変換信号（透過した波長光の受光量又は光強度を示す信号）をデジタルデータに変換して制御部10へ供給するA/D変換器 $9_b$ とが設けられている。

【0061】投光部には、反射部 $R_1 \sim R_N$ に設定されている反射波長を包含する広波長域の光（例えば、白色光）を射出する発光ダイオード等の光源 $8_a$ が設けられ、制御部10の指令によって駆動回路10aが光源 $8_a$ の出射光強度を一定に維持するように制御すると共に、波長設定回路18によって波長可変フィルタ17の透過選択波長が可変制御されるようになっている。

【0062】即ち、この実施例では、所定の光強度且つ所定の広波長域の光を検査光 $h\nu$ として適用し、この検査光 $h\nu$ に対応して各反射部 $R_1 \sim R_N$ から反射されてくる反射光 $R\nu$ を波長可変フィルタ17で波長選択する構成となっている。

【0063】そして、図2(a)又は(b)に示すような夫々に固有の单一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を使用する監視システムに対しても、図2(c)又は図3(d)に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を適用する監視システムに対しても、相互に同様の動作により、異常監視が実現される。

【0064】まず、図2(a)又は(b)に示すように、夫々固有の单一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を使用した監視システムにおいては、上記広波長域の検査光 $h\nu$ が、双方向光カプラ11ないし光分岐器12と双方向光カプラ13bを介して各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ へ伝送され、各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に付設されている夫々の反射部 $R_1 \sim R_N$ の反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光が反射光 $R\nu$ となって再び双方向光カプラ11を介して波長可変フィルタ17に入射する。ここで、この検査光 $h\nu$ は、前記第1～第4

の実施例のように各波長成分が時分割で変化するのではなく、広波長域の波長成分が同時に且つ継続して各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ へ伝送されるので、反射光 $R\nu$ も同様に波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の波長光成分が略同時にまとまって且つ継続して波長可変フィルタ17に入射する。しかし、波長可変フィルタ17が透過選択波長を掃引するようにして変化させてるので、反射光 $R\nu$ は波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光に時分割されて光電変換素子 $9_a$ へ入射する。全ての支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に異常が無い場合には図5(c)に示すような波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ 毎の光を時分割で検出することとなり、一方、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ のいずれかに異常が発生していた場合には図5(d)に示すように該当する波長の光の欠落が検出される。そして、このような各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ 毎の光を光電変換素子 $9_a$ が光電変換し、更にA/D変換器 $9_b$ がデジタルデータに変換して制御部10へ出力するので、制御部10が、予め設定されている基準データとA/D変換器 $9_b$ からのデジタルデータとを対比することによって、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無と、異常の存在した支線ファイバ線路の識別・判定を行う。

【0065】又、図2(c)又は図3(d)に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を適用する監視システムにあっては、まず、全ての支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に異常が無い場合には、反射光 $R\nu$ は、図5(e)に示すように各反射部 $R_1 \sim R_N$ に対応した複数群の波長の光となり、一方、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ のいずれかに異常が発生していた場合には図5(f)に示すようにその支線ファイバ線路に該当する一群の波長の光が欠落することとなる。そして、このような各波長の光を光電変換素子 $9_a$ が光電変換し、更にA/D変換器 $9_b$ がデジタルデータに変換して制御部10へ出力するので、制御部10が、予め設定されている基準データとA/D変換器 $9_b$ からのデジタルデータとを対比することによって、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無と、異常の存在した支線ファイバ線路の識別・判定を行う。

【0066】このように、この実施例によれば、監視対象である支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無と、異常の発生した支線ファイバ線路の識別が可能となり、更に、局舎側において集中的且つ迅速な異常監視を行うことができる。

【0067】尚、この実施例における以上の説明では、波長可変フィルタ17が透過選択波長を連続的に掃引する場合を述べたが、各反射部 $R_1 \sim R_N$ の反射波長に対応する透過選択波長を、時分割で離散的に切換えるようにしてもよい。このように離散的に透過選択波長を切換えて、使用される反射部 $R_1 \sim R_N$ の種類に応じて、図5(c)又は(d)、若しくは図5(e)又は(f)に示す各波長毎の光に分割することができ、制御部10がA/D変換器 $9_b$ から供給されるデジタルデータ

タに基づいて、支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  の異常の有無と、異常の発生した支線ファイバ線路の識別・判定を行うことができる。

【0068】又、光源  $8_a$  を断続的に点滅させ、その点灯期間のタイミングに同期して、波長可変フィルタ1-7の透過選択波長を各反射部  $R_1 \sim R_N$  の反射波長に対応して順番に切換えて変化させてもよい。このようにすると、光源  $8_a$  が点灯している各期間に出射される検査光  $h\nu$  に対して戻ってくる反射光  $R\nu$  から、各反射部  $R_1 \sim R_N$  に設定されている反射波長の光を、光電変換素子  $9_b$  によって順番に検出することができる。即ち、この場合にも、図5(c)又は(d)若しくは同図(e)又は(f)に示すのと同様に、各反射部  $R_1 \sim R_N$  の反射波長毎の光を検出することができるので、制御部10がA/D変換器  $9_b$  から供給されるデジタルデータに基づいて、支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  の異常の有無と、異常の発生した支線ファイバ線路の識別を行うことができる。

【0069】<実施例6>次に、第6の実施例を図10と共に説明する。尚、図10は局舎内に設置される監視装置の構成を示し、図9と同一又は相当する部分を同一符号で示している。又、この実施例における監視システムの概略構成は図1と同様であり、更に、各支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  に対応付けて設けられる反射部  $R_1 \sim R_N$  の構成は、図2及び図3に示したいずれのものであっても良い。

【0070】図10において、受光部には、双方向光力プラ1-1からの反射光  $R\nu$  を受光してスペクトラム分析を行うスペクトラムアナライザ19が設けられ、制御部10がこのスペクトラムアナライザ19から出力される波長毎のスペクトラム分布のデータを入力することによって、監視対象である支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  の異常の有無及び異常の発生した支線ファイバ線路の判定処理を行う。

【0071】投光部には、反射部  $R_1 \sim R_N$  に設定されている反射波長を包含する広波長域の光(例えば、白色光)を出射する発光ダイオード等の光源  $8_a$  が設けられ、制御部10の指令によって駆動回路  $10_a$  が光源  $8_a$  の出射強度を一定に保持するように制御する。したがって、この実施例では、所定の光強度且つ所定の広波長域の光を検査光  $h\nu$  として適用し、この検査光  $h\nu$  に対応して各反射部  $R_1 \sim R_N$  から反射されてくる反射光  $R\nu$  をスペクトラムアナライザ19がスペクトラム分析する。

【0072】そして、図2(a)又は(b)に示すような夫々に固有の单一反射波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  が設定されている反射部  $R_1 \sim R_N$  を使用する監視システムに対しても、図2(c)又は図3(d)に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部  $R_1 \sim R_N$  を適用する監視システムに対しても、相互に同様の動作

により異常監視が実現される。

【0073】まず、図2(a)又は(b)に示すように、夫々固有の单一反射波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  が設定されている反射部  $R_1 \sim R_N$  を使用した監視システムに対しては、上記広波長域の検査光  $h\nu$  が、双方向光力プラ1-1ないし光分岐器1-2と双方向光力プラ1-3bを介して各支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  へ伝送され、各支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  に付設されている夫々の反射部  $R_1 \sim R_N$  の反射波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の光が反射光  $R\nu$  となって再び双方向光力プラ1-1を介してスペクトラムアナライザ19に入射する。

【0074】ここで、この検査光  $h\nu$  は、広波長域の波長成分が同時に且つ継続して各支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  へ伝送されるので、反射光  $R\nu$  も同様に波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の波長光成分が略同時にまとまって且つ継続してスペクトラムアナライザ19に入射する。しかし、スペクトラムアナライザ19は、波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  を含む広い波長範囲についてスペクトラム分析するので、全ての反射波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  についてのスペクトラム分布のデータを出力する。

【0075】そして、全ての支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  に異常が無い場合には図5(c)に示すような波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  每の光成分を検出することができ、一方、支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  のいずれかに異常が発生していた場合には図5(d)に示すように該当する波長の光成分の欠落を検出することができる。制御部10は、予め設定されている基準データとスペクトラムアナライザ19から出力される上記各波長毎のスペクトラム分布のデータとを対比することによって、支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  の異常の有無と、異常の存在した視線ファイバ線路の識別を行う。

【0076】又、図2(c)又は図3(d)に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部  $R_1 \sim R_N$  が適用された監視システムにあっては、まず、全ての支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  に異常が無い場合には、反射光  $R\nu$  は、図5(e)に示すように各反射部  $R_1 \sim R_N$  に対応した複数群の波長のスペクトルとなり、一方、支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  のいずれかに異常が発生していた場合には図5(f)に示すようにその支線ファイバ線路に該当する一群のスペクトルが欠落することとなる。そして、スペクトラムアナライザ19が各波長のスペクトルを分析し、スペクトラム分布のデータに変換して制御部10へ出力し、制御部10が、予め設定されている基準データと上記スペクトラム分布のデータとを対比することによって、支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  の異常の有無と、異常の存在した支線ファイバ線路の識別・判定を行う。

【0077】このように、この実施例によれば、監視対象である支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  の異常の有無と、異常の発生した支線ファイバ線路の識別が可能となり、

更に、局舎側において集中的且つ迅速な異常監視を行うことができる。

【0078】尚、以上の説明では、光源 $8_a$ を比較的長い時間にわたって連続点灯させつつ監視する場合を述べたが、単発的に光源 $8_a$ を点滅させ、その点灯中に射出される検査光 $h_v$ に対応して反射部 $R_1 \sim R_N$ からの反射光 $R_v$ を、スペクトラムアナライザ19でスペクトラム分析し、更に制御部10が、異常の有無及び異常の存在する支線ファイバ線路の識別処理を行うようにしても良い。

【0079】<実施例7>次に、第7の実施例を図11と共に説明する。尚、図11は局舎内に設置される監視装置6の構成を示し、図9と同一又は相当する部分を同一符号で示している。又、この実施例における監視システムの概略構成は図1と同様であり、更に、各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に対応付けて設けられる反射部 $R_1 \sim R_N$ の構成は、図2及び図3に示したいずれのものであっても良い。

【0080】この実施例の監視装置6の構成を、図9に示した監視装置と対比して説明すると、図11において、受光部には、双方向光カプラ11からの反射光 $R_v$ が入射されこの反射光 $R_v$ を干渉させるマイケルソン干渉計20と、マイケルソン干渉計20によって干渉された干渉光を光電変換する光電変換素子 $9_a$ と、光電変換素子 $9_a$ から出力される光電変換信号をデジタルデータに変換するA/D変換器 $9_b$ と、A/D変換器 $9_b$ から出力されるデジタルデータについて離散的高速フーリエ変換(D.F.T.)するFFTユニット21と、制御部10の指令にしたがってマイケルソン干渉計20の位相を制御する駆動制御回路22を備えている。そして、制御部10が、FFTユニット21から出力されるスペクトラム分布のデータに基づいて支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無及び、異常が発生した支線ファイバ線路の識別・判定を行うようになっている。

【0081】投光部には、反射部 $R_1 \sim R_N$ に設定されている反射波長を包含する広波長域の光(例えば、白色光)を連続的又は断続的に射出する発光ダイオード等の光源 $8_a$ が設けられ、制御部10の指令によって駆動回路 $10_a$ が光源 $8_a$ の出射光強度を一定に維持するように制御する。

【0082】即ち、この実施例では、所定の光強度且つ所定の広波長域の光を検査光 $h_v$ として適用し、この検査光 $h_v$ に対応して各反射部 $R_1 \sim R_N$ から反射されてくる反射光 $R_v$ をマイケルソン干渉計20が位相を変化させながら干渉させ、その干渉光の輝度パターンを光電変換素子 $9_a$ とA/D変換器 $9_b$ 及びFFTユニット21によってデジタル的にスペクトラム分析し、更に、制御部10がこの干渉光に対応するスペクトラム分布のデータと予め決められた基準データとを対比することによって、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無及び、

いずれの支線ファイバ線路に異常が発生したかの識別・判定を行う。

【0083】そして、図2(a)又は(b)に示すような夫々に固有の単一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を使用する監視システムに対しても、図2(c)又は図3(d)に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を適用する監視システムに対しても、相互に同様の動作により、異常監視が実現される。

【0084】まず、図2(a)又は(b)に示すように、夫々固有の単一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を使用した監視システムにおいては、上記広波長域の検査光 $h_v$ が、双方向光カプラ11ないし光分岐器12と双方向光カプラ13bを介して各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ へ伝送され、各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に付設されている夫々の反射部 $R_1 \sim R_N$ の反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光が反射光 $R_v$ となって再び双方光カプラ11を介してマイケルソン干渉計20へ入射する。ここで、マイケルソン干渉計20は位相が連続的に変化することによって、反射波長 $R_v$ の夫々の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ 毎に固有の干渉光を発生させ、光電変換素子 $9_a$ がこれらの干渉光を光電変換する。そして、A/D変換器 $9_b$ がこれら干渉光の光電変換信号をデジタル化し、FFTユニット22が離散的高速フーリエ変換処理することによって、これら干渉光のスペクトラム分布のデータが制御部10へ出力される。したがって、全ての支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に異常が無い場合には、図5(c)に示すと等価なスペクトラム分布のデータが得られ、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ のいずれかに異常が発生している場合には図5(d)に示すと等価なスペクトラム分布のデータが得られることとなり、制御部10が、予め設定されている基準データとこれらのスペクトラム分布のデータとを対比することによって、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無と、異常の存在した支線ファイバ線路の識別を行う。

【0085】又、図2(c)又は図3(d)に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部 $R_1 \sim R_N$ を適用する監視システムにあっては、まず、全ての支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に異常が無い場合には、各反射部 $R_1 \sim R_N$ に対応した複数群の波長光を含む反射光 $R_v$ がマイケルソン干渉計20によって干渉され、同様に、FFTユニット21からはこれらの複数群の波長光に対応するスペクトラム分布データ(図5(e)に示すスペクトラム分布と等価になる)が出力され、一方、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ のいずれかに異常が発生した場合には図5(f)に示すと等価なスペクトラム分布データが出力される。したがって、制御部10が、予め設定されている基準データとこれらのスペクトラム分布データとを対比することによって、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ の異常の有無と、異常の存在した

支線ファイバ線路の識別を行う。

【0086】このように、この実施例によれば、監視対象である支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の異常の有無と、異常の発生した支線ファイバ線路の識別が可能となり、更に、局舎側において集中的且つ迅速な異常監視を行うことができる。

【0087】尚、この実施例における以上の説明では、白色光などの広波長域の検査光h<sub>v</sub>を連続的又は断続的に出射する光源8<sub>a</sub>を用いる場合について述べたが、この光源8<sub>a</sub>の代わりに、図6に示した第2の実施例の構成要素である光源8<sub>a</sub>と波長可変フィルタ8<sub>b</sub>及びこれらを制御する駆動回路10<sub>a</sub>と波長設定回路10<sub>b</sub>を適用することによって、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>に設定されている反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>に対応して波長が順次に変化する検査光h<sub>v</sub>を使用してもよい。又、図7に示す第3の実施例の構成要素である波長可変レーザ等の波長可変光現15とこれを駆動制御する波長設定回路16とを適用することによって、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>に設定されている反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>に対応して波長が順次に変化する検査光h<sub>v</sub>を使用してもよい。

【0088】このように光源を置き換えると、検査光h<sub>v</sub>の波長が時分割変化することとなり、それに対応してマイケルソン干渉計20に入射する反射光R<sub>v</sub>の波長も時分割で変化することとなる。したがって、FFTユニット21からは、各波長毎の干渉光のスペクトラム分布のデータが時分割で発生することとなり、実質的に上記スペクトラム分布データと等価なデータが得られ、制御部10がこれらのスペクトルデータの有無を判定することによって、同様の異常監視が実現される。

【0089】<実施例8>次に、第8の実施例を図12と共に説明する。尚、図12は、この実施例の監視システムの構成例を示し、図1と同一又は相当する部分を同一符号で示している。まず、この実施例の監視システムの構成上の特徴を、図1に示した監視システムと対比して説明する。

【0090】前述した図1の監視システムにあっては、代表して述べた反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の付設位置の条件としては、受動分岐素子5<sub>b</sub>から夫々の反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>までの距離の差異を問題とせず、単にこれらの反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の付設位置を加入者端末C<sub>M1</sub>～C<sub>MN</sub>に可能な限り近接して付設することにより支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の監視範囲を広く設定するにすぎない。即ち、反射光R<sub>v</sub>を監視装置6で検出・解析することによって、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の付設位置に関わらず夫々に設定されている反射波長のスペクトル情報に基づいて異常監視を行う。

【0091】これに対して、図12に示すこの実施例の監視システムは、受動分岐素子5<sub>b</sub>から夫々相互に異なった距離L<sub>1</sub>～L<sub>N</sub>の位置に反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>を付設し、反射光R<sub>v</sub>を監視装置6で検出・解析することによ

って、これらの反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の反射波長の情報を加えて距離L<sub>1</sub>～L<sub>N</sub>の情報をも異常監視のための情報とするようになっている。そして、これらの反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>として、図2及び図3に示したいずれのものをも適用することができる。

【0092】又、局舎1内に設置される幹線結合器7は、図1と同様に監視装置6から出射される検査光h<sub>v</sub>をいずれかの幹線光ファイバ線路へ切換え伝送すると共に、戻ってくる反射光R<sub>v</sub>を監視装置6へ伝送する双方向性を有している。監視装置6は、検査光h<sub>v</sub>を出射するための投光部8と、反射光R<sub>v</sub>を受光する受光部9と、異常発生の有無等の監視制御を行う制御部10と、双方向光カプラ11とを備えており、これらの各構成要素の詳細はこの実施例において以下に説明する。

【0093】監視装置6の構成を図13と共に説明する。尚、図13において、図4と同一又は相当する部分を同一符号で示す。受光部9は、幹線結合器7から双方向光カプラ11を介して伝送されてくる反射光R<sub>v</sub>を受光して光電変換する光電変換素子9<sub>b</sub>と、光電変換素子9<sub>b</sub>から出力される光電変換信号をデジタルデータに変換するA/D変換器9<sub>b</sub>とを備えている。制御部10は、A/D変換器9<sub>b</sub>から出力されるデジタルデータに基づいて異常の有無等を解析するマイクロコンピュータを内蔵している。投光部8は、支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>に設けられている反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の反射波長を包含する広波長域の光（例えば、白色光）を極めて時間幅の小さいパルス光にして出射する光源8<sub>a</sub>と、このパルス光の透過選択波長を可変設定する波長可変フィルタ8<sub>b</sub>を有している。そして、制御部10の指令にしたがってパルス駆動回路10<sub>c</sub>が光源8<sub>a</sub>にパルス光を出射させ、同じく制御部10の指令にしたがって波長設定回路10<sub>b</sub>が波長可変フィルタ8<sub>b</sub>の透過選択波長を制御する。

【0094】次に、かかる実施例の動作を説明する。まず、図12中の反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>として、図2(a)又は(b)に示すような、夫々に固有の単一反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>が設定された監視システムについて述べる。図14(a)に示すように、適宜の時刻t<sub>1</sub>、t<sub>2</sub>～t<sub>N</sub>に同期して光源8<sub>a</sub>をパルス点灯させると共に、これらの時刻に合わせて、波長可変フィルタ8<sub>b</sub>の透過選択波長を上記反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>に対応させて順次に変化させることにより、夫々が单一波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>のパルス光からなる検査光h<sub>v</sub>を双方向光カプラ11へ出射させる。

【0095】この結果、検査光h<sub>v</sub>中の各パルス光は、特定の反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>によって反射され、反射光R<sub>v</sub>となって光電変換素子9<sub>a</sub>に入射する。ここで、各反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の付設位置が異なっているので、検査光h<sub>v</sub>が受動分岐素子5<sub>b</sub>から入射して各反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>で波長選択されて各波長の反射パルス光となって戻ってくるのに要する時間が、支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>毎

に異なる。例えば、反射部  $R_1$  で反射される波長  $\lambda_1$  のパルス光の所要時間  $\tau_1$  は、支線ファイバ線路  $W_1$  の設定距離を  $L_1$ 、光速を  $c$  とすると、 $\tau_1 = 2 \times L_1 / c$  となり、残余のパルス光の夫々の所要時間を一般式で示せば、 $\tau_i = 2 \times L_i / c$  で表される。更に、全ての波長のパルス光が共通に伝搬する光経路（幹線光ファイバ線路  $3_b$  その他を含む）の伝搬遅延時間を  $\Delta_c$  とすれば、各波長のパルス光が光電変換素子  $9_a$  に入射するまでの伝搬遅延時間は、

$$\Delta_i = \Delta_c + \tau_i = \Delta_c + 2 \times L_i / c \quad \dots (2)$$

となる。したがって、光電変換素子  $9_a$  が各波長のパルス光（反射光  $R_v$  のパルス光）を受光するタイミングは、図 14 (a) に示す検査光  $h_v$  に対して、図 14

(b) に示すように時間がずれる。光電変換素子  $9_a$  はこれらのパルス光を光電変換して A/D 変換器  $9_b$  と制御部 10 へ出力し、更に A/D 変換器  $9_b$  が光電変換素子  $9_a$  から出力される光電変換信号をデジタルデータに A/D 変換して制御部 10 へ伝送する。そして、制御部 10 は、光電変換素子  $9_a$  からの光電変換信号の受信時刻と検査光  $h_v$  中のパルス光の出射時刻とから、該当する波長のパルス光の伝搬遅延時間  $\Delta_i$  を計測し、更に上記デジタルデータから、反射パルス光の有無とその波長を判定する。そして、全ての波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  についてのパルス光が計測され、且つ夫々の波長についての伝搬遅延時間  $\Delta_i$  と予め登録されている時間データとが所定基準を満足する一致性を有していれば、全ての支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  は正常であると判定する。

【0096】例えば、支線ファイバ線路  $W_1$  の異常監視を代表して述べれば、図 14 (a) (b) に示すように、波長  $\lambda_1$  のパルス光が出射される時刻は  $t_1$ 、それに対して反射して来る同一波長  $\lambda_1$  のパルス光が受光される時刻は  $t_1 + \Delta_1$  であり、制御部 10 は光電変換信号の発生時刻に基づいて上記受光時刻  $t_1 + \Delta_1$  を検出して、伝搬遅延時間  $\Delta_1$  を知る。他の波長  $\lambda_i$  についても同様に夫々固有の伝搬遅延時間  $\Delta_i$  を知る。尚、伝搬遅延時間  $\Delta_i$  の計測精度は、各支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  の長さにも因るが、高速のクロック周波数でカウント動作するタイマやマイクロプロセッサ等を使用することによって向上させることが可能である。

【0097】一方、支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  のいずれかに断線等の異常が発生した場合には、図 14 (c) に示すように、異常の発生した支線ファイバ線路に対応する反射パルス光が光電変換素子  $9_a$  に戻って来ないので、制御部 10 はかかるパルス光に関するデジタルデータの欠落から異常発生を判定し、更に異常の発生した支線ファイバ線路の識別を、欠落したデジタルデータの波長に基づいて行う。

【0098】次に、図 2 (c) 又は図 3 (d) に示したような夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部  $R_1 \sim R_N$  を適用する監視システムの場合を説明す

る。

【0099】尚、代表例として、波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  の 3 種類のパルス光からなる検査光  $h_v$  を使用すると共に、夫々の反射部  $R_1 \sim R_N$  は、かかる 3 種類の反射波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  の組合せによって設定されるものとする。即ち、7 個 ( $N = 2^3 - 1 = 7$ ) の反射部  $R_1 \sim R_7$  を、7 本の支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_7$  中の異なる距離  $L_1 \sim L_7$  の位置に付設した場合とする。更に、各反射部  $R_1 \sim R_7$  に設定される反射波長の組合せは図 15 の表に示す通りであり、例えば、反射部  $R_1$  は全ての反射波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  に設定され、残余の反射部  $R_2 \sim R_7$  は、同図中 “1” で示す反射波長に設定されているものとする。

【0100】次に、異常監視動作を説明する。まず、図 16 (a) に示すように、光源  $8_a$  と波長可変フィルタ  $8_b$  を上記同様に制御することによって、夫々单一波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  であって時分割されたパルス光からなる検査光  $h_v$  を出射させる（出射時刻  $t_1, t_2, t_3$ ）。これに対して、各反射部  $R_1 \sim R_7$  で反射され光電変換素子  $9_a$  で検出される反射パルス光は、図 16 (b) に示すように、各波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  每に複数個ずつとなる。例えば、波長  $\lambda_1$  の検査光  $h_v$  を出射したときは、反射部  $R_1, R_3, R_5, R_7$  からの 4 個の反射パルス光が戻り（図 15 参照）、更に、反射部  $R_1, R_3, R_5, R_7$  の設置距離が異なるので、図 16 (b) に示すように、伝搬遅延時間  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_7$  に応じて時分割（重ならないで）で戻ってくる。

【0101】そして、光電変換素子  $9_a$  がこれらの反射して来たパルス光を光電変換し、更に A/D 変換器  $9_b$  がこれらの光電変換信号をデジタルデータに変換して制御部 10 へ出力するので、制御部 10 はこれらの反射パルス光の受光時刻と波長毎のデジタルデータの組合せを識別し、更に欠落した波長についてのデジタルデータの有無を検出することによって、支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_7$  の異常の有無と異常のある支線ファイバ線路の判定を行う。

【0102】このように、この実施例によれば、受動分歧素子から各支線ファイバ線路に付設されている反射部までの距離の情報を加味することによって、異常監視精度の更なる向上を図ることができる。尚、代表例として、各反射部を 3 種類の反射波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  の組合せで識別化する場合を述べたが、反射波長の種類の数は、監視システムに使用される反射部の数などに応じて適宜に決められると共に、これらの反射波長の組合せ方法も適宜に決められる。

【0103】又、図 15 及び図 16 に示したように、各反射部  $R_1 \sim R_N$  を予め決めた複数種類の反射波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の組合せで識別化すると、検査光  $h_v$  を形成するパルス光の設定波長の種類を少なくすることができるので、光源  $8_a$  や波長選択フィルタ  $8_b$  及び光電変換

素子 $9_a$ 等の設計が容易になつたり、反射光 $R\nu$ を各波長毎に例えればバイナリコード化して、制御部10中のマイクロコンピュータ等で処理し易くなる等の効果が得られる。

【0104】尚、この実施例では、図13に示したように、受光部9を光電変換素子 $9_a$ とA/D変換器 $9_b$ で構成しているが、かかる構成に代えて、前記第2の実施例(図6を参照のこと)で開示したスペクトラムアナライザ14を適用してもよい。又、前記第7の実施例(図11を参照のこと)に開示したマイケルソン干渉計20とFFTユニット21等を有する受光部9を適用してもよい。

【0105】更に又、この実施例における投光部8は、図13に示すように、広波長域の光(例えば、白色光)をパルス点灯する光源 $8_a$ と波長可変フィルタ $8_b$ で構成することによって、複数種類の単一波長パルス光を発生するようにしているが、かかる構成に代えて、前記第3の実施例(図7を参照のこと)に開示した波長可変光源15を適用して、出射波長を変更する毎にパルス点灯されることによって、同じ効果即ち、複数種類の単一波長パルス光を発生するようにしてもよい。

【0106】<実施例9>次に、第9の実施例を図17と共に説明する。尚、図17は局舎内に設置される監視装置6の構成を示し、図13と同一又は相当する部分を同一符号で示している。更に、この実施例における監視システムの概略構成は図12と同様であり、各支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に対応付けて設けられる反射部 $R_1 \sim R_N$ の付設位置は、受動分岐素子 $5_b$ から相互に異なった距離 $L_1 \sim L_N$ に設定される。

【0107】この実施例の監視装置6の構成を、図13に示した監視装置と対比して説明すると、図17において、受光部は、双方向光カプラ11からの反射光 $R\nu$ を受光して光電変換する光電変換素子 $9_a$ と、光電変換素子 $9_a$ から出力される光電変換信号をデジタルデータに変換して制御部10へ出力するA/D変換器 $9_b$ を備えている。

【0108】投光部は、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ に設けられている反射部 $R_1 \sim R_N$ の反射波長を包含する広波長域の光(例えば、白色光)を極めて時間幅の小さいパルス光にして出射する光源 $8_a$ と、制御部10の指令にしたがって光源 $8_a$ をパルス点灯させるパルス駆動回路10cを備えている。したがって、第8の実施例との相違点は、広波長域のパルス光をそのまま検査光 $h\nu$ として使用する。

【0109】次に、かかる実施例の動作を説明する。

尚、図12中の反射部 $R_1 \sim R_N$ として、図2(a)又は(b)に示すような夫々に固有の単一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が設定された監視システムについて述べる。図18(a)に示すように、適宜の時刻 $t_1$ に同期して光源 $8_a$ をパルス点灯させることにより、広波長域のパルス光

からなる検査光 $h\nu$ を双方向光カプラ11へ出射させる。

【0110】この結果、検査光 $h\nu$ 中の各パルス光は、反射部 $R_1 \sim R_N$ の各反射波長に応じて反射され、反射光 $R\nu$ となって光電変換素子 $9_a$ に入射する。ここで、各反射部 $R_1 \sim R_N$ の付設位置が異なっているので、検査光 $h\nu$ が受動分岐素子 $5_b$ から入射して各反射部 $R_1 \sim R_N$ で波長選択されて各波長の反射パルス光となって戻ってくるのに要する時間(伝搬遅延時間)が、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ 毎に異なる。したがって、光電変換素子 $9_a$ が各波長のパルス光(反射光 $R\nu$ のパルス光)を受光するタイミングは、図18(a)に示す検査光 $h\nu$ に対して、図18(b)に示すように時間がずることとなる。そして、光電変換素子 $9_a$ はこれらのパルス光を光電変換信号に変換してA/D変換器 $9_b$ と制御部10へ出力し、更にA/D変換器 $9_b$ が光電変換信号をデジタルデータにA/D変換して制御部10へ伝送する。

【0111】制御部10は、光電変換素子 $9_a$ からの光電変換信号の受信時刻と検査光 $h\nu$ 中のパルス光の出射時刻 $t_1$ とから、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の反射パルス光の伝搬遅延時間を計測し、更に上記デジタルデータから、反射パルス光の有無とその波長を判定する。全ての波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ についてのパルス光が計測され、且つ夫々の波長についての伝搬遅延時間と予め登録されている時間データとが所定基準を満足する一致性を有していれば、全ての支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ は正常であると判定する。

【0112】一方、支線ファイバ線路 $W_1 \sim W_N$ のいずれかに断線等の異常が発生した場合には、図18(c)に示すように、異常の発生した支線ファイバ線路に対する反射パルス光が光電変換素子 $9_a$ に戻って来ないので、制御部10はかかるパルス光のデジタルデータの欠落から異常発生を判定し、更に欠落したデジタルデータについての波長に基づいて、異常の発生した支線ファイバ線路の識別・判定を行う。

【0113】このように、図2(a)又は(b)に示すような夫々に固有の単一反射波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が設定された監視システムを監視する場合には、検査光 $h\nu$ を一回だけ出射すればよいので短時間での監視が可能であり、更に、反射部 $R_1 \sim R_N$ の付設位置の情報を含めて異常の有無を判断するので監視精度の向上を図ることができる。

【0114】尚、この実施例では、図17に示したように、受光部9を光電変換素子 $9_a$ とA/D変換器 $9_b$ で構成しているが、かかる構成に代えて、前記第2の実施例(図6を参照のこと)で開示したスペクトラムアナライザ14を適用し、制御部10がこのスペクトラムアナライザ14から出力されるスペクトラム分布のデータを判定基準用データと対比して異常監視を行うようにして

もよい。

【0115】<実施例10>次に、第10の実施例を図19と共に説明する。まず、図19はこの実施例の監視システムの構成例を示し、図12と同一又は相当する部分を同一符号で示している。まず、この実施例の監視システムの構成上の特徴を、図12の監視システムと対比して説明する。

【0116】図12の監視システムは、代表して示されている幹線光ファイバ線路3a～3cに1個ずつの受動分岐素子を設け、更に、受光分岐素子5bに樹枝状に接続された複数の支線ファイバ線路W1～WNの終端に加入者端末装置CM1～CMNが接続された構成の光通信網を監視対象としている。即ち、樹枝状の光通信網は、各幹線光ファイバ線路3a～3cに対して1段構成となっている。

【0117】これに対して、図19に示す監視システムは、第1段目の支線ファイバ線路に更に受動分岐素子が接続され、この受動分岐素子に樹枝状に接続された複数の支線ファイバ線路の夫々に加入者端末装置が接続された構成の光通信網を監視対象とするものである。即ち、複数段の樹枝状光通信網の異常監視を行うことを目的とするものである。又、図19は複数段の樹枝状光通信網として2段構成のものを示すが、後述するように、この実施例は2段以上の樹枝状光通信網の異常監視が可能である。更に、この実施例の監視システムの説明では、典型的な代表例として、幹線光ファイバ線路3bの受動分岐素子5bに樹枝状接続された第1段目の支線ファイバ線路W11～W1Nと、支線ファイバ線路W11に設けられた受動分岐素子5b2に樹枝状接続された第2段目の支線ファイバ線路W21～W2Mを監視対象として述べることとする。

【0118】第1段目の支線ファイバ線路W11～W1Nには、受動分岐素子5bから夫々相互に異なった距離L11～L1Nの位置に反射部R11～R1Nが付設され、第2段目の支線ファイバ線路W21～W2Mには、受動分岐素子5b2から夫々相互に異なった距離L21～L2Mの位置に反射部R21～R2Mが付設され、支線ファイバ線路W21～W2Mの終端に加入者端末装置CM1～CMMが接続されている。局舎1には、図3又は図13、若しくは図17に示したのと同様の監視装置6が設置され、これらの監視装置6と幹線光ファイバ線路3a～3cとが幹線結合器7によって接続される。

【0119】まず、図3又は図13に示したのと同様の監視装置6を適用する監視システムについて説明する。尚、図19中の反射部R11～R1NとR21～R2Mとして、図2(a)又は(b)に示すような夫々に固有の単一反射波長λ11～λ1N, λ21～λ2Mが設定されているものとする。

【0120】図3に示す監視装置6中の光源8aは、それ自身で波長λ11～λ1Nとλ21～λ2Mのパルス光を順次

に出射する。一方、図13に示す監視装置6中の光源8aは、支線ファイバ線路W11～W1NとW21～W2Mに設けられている反射部R11～R1NとR21～R2Mの全ての反射波長λ11～λ1Nとλ21～λ2Mを包含する広波長域の光(例えは、白色光)を極めて時間幅の小さいパルス光にして出射し、波長可変フィルタ8bがこれらのパルス光の出射タイミングに同期して透過選択波長を可変設定するようになっている。

【0121】そして、これらいづれかの監視装置6を適用して、図20(a)に示すように、波長λ11～λ1Nの単一波長パルス光列と、それに続く波長λ21～λ2Mの単一波長パルス光列とからなる検査光hvを双方向光カプラ11を介して伝送すると、反射部R11～R1NとR21～R2Mの付設位置が相互に異なっており且つ第2段目の反射部R21～R2Mの方が第1段目の反射部R11～R1Nよりも遠方に付設されているので、各波長のパルス光毎に光電変換素子9aに戻ってくるまでの伝搬遅延時間が異なり、その結果、光電変換素子9aに入射する反射光Rvは図20(b)のようなパルス光列となる。そして、このような反射光Rv中のパルス光は光電変換素子9aによって順次に光電変換され、A/D変換器9bが光電変換素子9aから順次に出力される光電変換信号をデジタルデータにA/D変換して制御部10へ出力する。

【0122】制御部10は、反射部R11～R1NとR21～R2Mに対応する全ての反射パルス光のデータを入力し、且つ夫々の反射パルス光の伝搬遅延時間が予め決められている基準時間データと対比して所定の一致性を満足していれば、異常無しと判定し、一方、支線ファイバ線路W11～W1NとW21～W2Mのいづれかに断線などの異常があれば、図20(c)に示すように、異常の発生した支線ファイバ線路に対応する反射パルス光が光電変換素子9aに戻って来ないので、制御部10はかかるパルス光のデジタルデータの欠落から異常発生を判定し、更に欠落したデジタルデータの波長に基づいて、支線ファイバ線路の識別・判定を行う。因みに、図20(c)は、第2段目の支線ファイバ線路W22に断線等の異常が存在する結果、波長λ22の反射パルス光が光電変換素子9aによって検出されなかった場合を示している。

【0123】次に、図17に示したのと同様の監視装置6を適用する監視システムにおいて、図19中の反射部R11～R1NとR21～R2Mとして、図2(a)又は(b)に示すような夫々に固有の単一反射波長λ11～λ1N, λ21～λ2Mが設定されている場合の異常監視にあっては、図17中の光源8aが、反射部R11～R1NとR21～R2Mに設定されている反射波長λ11～λ1N, λ21～λ2Mの全てを包含する広波長域のパルス光(白色光のパルス光)を検査光hvとして出射する。この場合には、図18(a)～(c)で示したのと同様に、反射光Rvから各波長毎のスペクトルと反射部毎の距離の情報を得ることができ、制御部10はこれらの情報に基いて異常監視を

行う。又、一発の検査光  $h \nu$  を出射させるだけで異常の監視を行うことができる。

【0124】尚、図3又は図13若しくは、図17の監視装置6内の受光部9には、反射して戻ってくる反射パルス光を直接に光電変換素子9aによって光電変換する構成となっているが、他の構成として、かかる光電変換素子9aの前方に波長可変フィルタを設けておき、図20(a)に示すような各波長毎のパルス光列の検査光  $h \nu$  を繰り返し出射させて、反射波長  $\lambda_{11} \sim \lambda_{1N}$ ,  $\lambda_{21} \sim \lambda_{2M}$ に対応する透過選択波長をその繰り返し周期に同期して順番に切換えるように、波長可変フィルタを駆動制御してもよい。かかる波長可変フィルタを設ける場合には、各繰り返し周期毎に1つずつの反射パルス光を検出することとなるが、実質的に図18(b)又は(c)若しくは、図20(b)又は(c)に示す同様に、反射波長  $\lambda_{11} \sim \lambda_{1N}$ ,  $\lambda_{21} \sim \lambda_{2M}$ に対応するパルス光を検出することができるので、制御部10はこれらの反射パルス光に対応するデータと伝送遅延時間に基づいて、異常の有無と、異常の有る支線ファイバ線路を識別することができる。

【0125】又、他の受光部9の構成として、双方光カプラ11を介して戻って来る反射光  $R \nu$  をスペクトラムアナライザで受光・分析し、このスペクトラムアナライザから出力されるスペクトル分布のデータに基づいて制御部10が異常監視を行うようにしてもよい。

【0126】更に又、他の受光部9の構成として、前記第7の実施例(図1.1を参照のこと)で述べた如き受光部を適用してもよい。即ち、双方光カプラ11を介して戻って来る反射光  $R \nu$  をマイケルソン干渉計20で干渉させ、その干渉光を光電変換素子9aで光電変換すると共にA/D変換器9bでデジタルデータに変換し、更にかかるデジタルデータをFFTユニット21で離散的高速フーリエ変換することによってスペクトル分布のデータを発生させ、制御部10がかかるスペクトル分布のデータに基づいて異常監視を行う構成としてもよい。

【0127】<実施例11>次に、第11の実施例を説明する。この実施例は、第10の実施例(図1.9を参照のこと)に示したのと同様に、複数段の樹枝状光通信網の異常を監視する監視システムである。但し、第10の実施例との相違点は、監視対象である複数の支線ファイバ線路に付設されている各反射部が、図2(c)又は図3(d)に示したのと同様に、夫々に複数個ずつの反射波長を有している。

【0128】尚、代表例として、第1段目と第2段目の支線ファイバ線路数は夫々について7本ずつであるものとし、第1段目の支線ファイバ線路W<sub>11</sub>～W<sub>17</sub>に付設されている反射部R<sub>11</sub>～R<sub>17</sub>の反射波長は、図21の表に示すように、波長  $\lambda_{11}$ ,  $\lambda_{12}$ ,  $\lambda_{13}$ の3種類の組み合わせから成り、第2段目の支線ファイバ線路W<sub>21</sub>～W<sub>27</sub>に付設されている反射部R<sub>21</sub>～R<sub>27</sub>の反射波長も同様に、

波長  $\lambda_{21}$ ,  $\lambda_{22}$ ,  $\lambda_{23}$ の3種類の組み合わせから成っているものとする。更に、これらの波長  $\lambda_{11}$ ,  $\lambda_{12}$ ,  $\lambda_{13}$ ,  $\lambda_{21}$ ,  $\lambda_{22}$ ,  $\lambda_{23}$ は相互に異なる独立排他の関係にある波長であるとする。例えば、反射部R<sub>11</sub>の反射波長は波長  $\lambda_{11}$ ,  $\lambda_{12}$ ,  $\lambda_{13}$ に設定され、残余の反射部は、同21中“1”で示す反射波長に設定されているものとする。

【0129】一方、局舎1には、図3又は図13若しくは図17に示したのと同様の監視装置6が幹線結合器7を介して幹線光ファイバ線路3a～3cに接続されている。図3に示す監視装置6を適用する場合には、内蔵されている光源8aがそれ自身で波長  $\lambda_{11} \sim \lambda_{1N}$ と  $\lambda_{21} \sim \lambda_{2M}$ のパルス光を順次に出射する。一方、図13に示す監視装置6を適用する場合には、内蔵されている光源8aが、反射部R<sub>11</sub>～R<sub>1N</sub>とR<sub>21</sub>～R<sub>2M</sub>の全ての反射波長  $\lambda_{11} \sim \lambda_{1N}$ と  $\lambda_{21} \sim \lambda_{2M}$ を包含する広波長域の光(例えば、白色光)を極めて時間幅の狭いパルス光にして出射し、波長可変フィルタ8bがこれらのパルス光の出射タイミングに同期して透過選択波長を変化させる。したがって、いずれの監視装置6を適用する場合であっても、双方光カプラ11を介して所定の幹線光ファイバ線路3bへ伝送される検査光  $R \nu$  は、図22(a)に示すように、夫々が固有の単一波長であって時分割されたパルス光の列となる(尚、同図には、各パルス光の出射時刻を  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ ,  $t_6$  として示している)。

【0130】次に、図3又は図13に示した監視装置6を適用した場合の異常監視動作を説明する。まず、図22(a)に示すように、夫々固有の単一波長のパルス光列から成る検査光  $R \nu$  を出射させると、例えば、出射時刻  $t_1$  に射された波長  $\lambda_{11}$ のパルス光に対して、反射部R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>からの4個の反射パルス光が戻り(図21を参照のこと)、更に、これらの反射部R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>の設置距離が相違するので、図22(b)に示すように、それらの伝搬遅延時間に応じて時分割(重ならないで)で光電変換素子9bに到達する。即ち、受動分岐素子5bから最も近い位置に付設されている反射部で反射された反射パルス光が最も速く光電変換素子9bに戻ることとなる。そして、残余の波長の反射パルス光についても同様に、反射部R<sub>11</sub>～R<sub>17</sub>, R<sub>21</sub>～R<sub>27</sub>の設置距離に応じた伝搬遅延時間で光電変換素子9bに到達する。

【0131】光電変換素子9aがこれらの反射パルス光を光電変換し、更にA/D変換器9bがこれらの光電変換信号をデジタルデータに変換して制御部10へ出力する。制御部10はこれらの反射パルス光の受光時刻と波長毎のデジタルデータの組み合わせを識別し、更に欠落した波長についてのデジタルデータの有無を検出することによって、支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>7</sub>の異常の有無と異常のある支線ファイバ線路の判定を行う。

【0132】次に、図17に示した監視装置6を適用する場合について説明すると、内蔵されている光源8aが、反射部R<sub>11</sub>～R<sub>1N</sub>とR<sub>21</sub>～R<sub>2M</sub>の全ての反射波長λ<sub>11</sub>～λ<sub>1N</sub>とλ<sub>21</sub>～λ<sub>2M</sub>を包含する広波長域の光（例えば、白色光）を極めて時間幅の狭いパルス光にして射出し、これが検査光h<sub>v</sub>となる。この場合にも、検査光h<sub>v</sub>に含まれる各波長成分が夫々所定の反射部R<sub>11</sub>～R<sub>1N</sub>とR<sub>21</sub>～R<sub>2M</sub>によって波長選択されて反射され、更に、反射部R<sub>11</sub>～R<sub>1N</sub>とR<sub>21</sub>～R<sub>2M</sub>の設置距離の相違に応じて伝搬遅延時間が相違するので、反射光R<sub>v</sub>は、図22(b)と同様になる。したがって、図3又は図13若しくは図17に示したいずれの監視装置6を適用しても、同等の反射光R<sub>v</sub>が得られる。

【0133】ここでこの実施例の注目すべき点を述べる。尚、図3又は図13若しくは図17のいずれの監視装置6を適用した場合においても共通に得られる注目点である。

【0134】上述したように、A/D変換器9bから出力されるデジタルデータは、各反射パルス光の波長と上記伝搬遅延時間との2つの特徴パラメータを有している。そこで、この実施例の制御部10は、前記式(2)に基づいて各反射パルスの伝搬遅延時間△<sub>i</sub>から各支線ファイバ線路の長さL<sub>i</sub>を逆算し、図23の原理図に示すように、この長さL<sub>i</sub>と波長の2次元座標上に反射パルス光の有無の情報をプロットする処理を行う。より具体的には、制御部10内に、上記長さL<sub>i</sub>と波長とのマトリックス配列可能な記憶領域を予め設定するランダムアクセスメモリを備えておき、各反射パルス光に対応するデジタルデータの有無をこのマトリックス配列可能な記憶領域に割り当てる。尚、デジタルデータが存在するときは論理“1”、存在しないときは論理“0”を割り当てる。

【0135】検出された各反射パルスに対応するデジタルデータを2次元のマトリックス配列で表すと、全ての支線ファイバ線路に異常が無いときは、図21の表に示したのと同じ結果が得られる。制御部10は予め記憶している図21のデータと上記2次元のマトリックス配列のデータとを対比し、相互に一致していれば全ての支線ファイバ線路が正常状態にあり、一致しないデータが存在していれば、当該不一致のデータのマトリックス配列の座標情報（波長と距離）から、異常の存在する支線ファイバ線路を判定する。

【0136】このように、かかるマトリックス配列によって反射パルス光に対応するデータを割り当て処理すると、異常の有無の判定と、異常の存在する支線ファイバ線路の特定化を容易に行うことができる。

【0137】更に、この実施例では、2段の樹枝状光通信網の異常監視について説明したが、3段以上の樹枝状光通信網の異常監視についても、かかるマトリックス配列による処理を容易に適用することができるので、この実

施例は、極めて優れた拡張性を発揮するものである。又、受動分岐素子から各支線ファイバ線路に付設されている反射部までの距離の情報を加味することによって、異常監視精度の更なる向上を図ることができる。

【0138】尚、図3又は図13若しくは、図17の監視装置6内の受光部9には、反射して戻ってくる反射パルス光を直接に光電変換素子9aによって光電変換する構成となっているが、他の構成として、かかる光電変換素子9aの前方に波長可変フィルタを設けておき、図20(a)に示すような各波長毎のパルス光列の検査光h<sub>v</sub>を繰り返し射出し、反射波長λ<sub>11</sub>～λ<sub>1N</sub>、λ<sub>21</sub>～λ<sub>2M</sub>に対応する透過選択波長をその繰り返し周期に同期して順番に切換えるように、波長可変フィルタを駆動制御してもよい。かかる波長可変フィルタを設ける場合には、各繰り返し周期毎に1つずつの反射パルス光を検出することとなるが、実質的に図22(b)に示すの同様に、反射波長λ<sub>11</sub>～λ<sub>1N</sub>、λ<sub>21</sub>～λ<sub>2M</sub>に対応するパルス光を検出することができるので、制御部10は、これらの反射パルス光の波長と伝送遅延時間に対応する距離とのマトリックス配列処理を行い、且つ基準のデータと対比することによって、異常の有無と、異常の有る支線ファイバ線路を識別することができる。

【0139】又、他の受光部9の構成として、双方光カプラ11を介して戻って来る反射光R<sub>v</sub>をスペクトラムアナライザで受光・分析し、このスペクトラムアナライザから出力されるスペクトル分布データに基づいて制御部10が異常監視するようにしてもよい。

【0140】更に又、他の受光部9の構成として、前記第7の実施例（図11を参照のこと）で述べた如き受光部を適用してもよい。即ち、双方向光カプラ11を介して戻って来る反射光R<sub>v</sub>をマイケルソン干渉計20で干渉させ、その干渉光を光電変換素子9aで光電変換すると共にA/D変換器9bでデジタルデータに変換し、更にかかるデジタルデータをFFTユニット21で離散的高速フーリエ変換することによってスペクトル分布のデータを発生させ、制御部10がかかるスペクトル分布のデータに基づいて異常監視を行う構成としてもよい。

【0141】更に又、図2(c)又は図3(d)に示すように、夫々に複数個ずつの反射波長が設定されている反射部を各支線ファイバ線路に設けた樹枝状光通信網の監視システムにおいても、波長と伝搬遅延時間（距離）を特徴パラメータとして上記のマトリックス配列の処理を行うことができるのは明らかである。

【0142】更に又、図19に基づいて説明したこの実施例にあっては、第1段目の支線ファイバ線路群に付設されている反射部R<sub>11</sub>～R<sub>1N</sub>に設定されている反射波長λ<sub>11</sub>～λ<sub>1N</sub>と、第2段目の支線ファイバ線路群に付設されている反射部R<sub>21</sub>～R<sub>2M</sub>に設定されている反射波長λ<sub>21</sub>～λ<sub>2M</sub>とを、別個に異なった波長帯域の波長に設定することによって、図23に示すようなマトリックス配列の

データ処理を行うようにしたが、これに限定されるものではなく、監視対象である夫々の支線ファイバ線路を、設置距離と反射波長によって識別化できれば、他の組み合わせであっても良い。例えば、各反射部の設置距離が相違していれば、相互に等しい反射波長の設定された2以上の反射部を同時に使用することができる。

【0143】<実施例12>次に、第12の実施例を説明する。尚、この実施例は、図12に示したのと同様に、支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の各反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>が、受動分岐素子5<sub>b</sub>から相互に異なった距離L<sub>1</sub>～L<sub>N</sub>に付設されて成る監視システムに関し、更に、局舎1に設置される監視装置6は、図24に示す構成となっている。尚、図24中に示す構成要素のうち、図4及び図9に示す構成要素と同一又は相当するものを同一符号で示している。

【0144】まず、図24に基づいてこの実施例の監視装置6の構成を説明すると、投光部は、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>を包含する広波長域の光（例えば、白色光）を常に一定の発光強度で連続出射する光源8<sub>a</sub>と、光源8<sub>a</sub>から出射される光の透過選択波長を連続的に掃引変化させる波長可変フィルタ8<sub>b</sub>とを備え、波長設定回路10<sub>b</sub>が波長可変フィルタ8<sub>b</sub>の透過選択波長を掃引変化させるための掃引制御を行なうようになっている。そして、波長可変フィルタ8<sub>b</sub>を透過した光が検査光h<sub>v</sub>となり、双方向光カプラ11を介して幹線結合器へ伝送される。尚、この透過選択波長の変化範囲は、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>を包含すると共にそれよりも広波長域に設定される。更に、この透過選択波長は、次式(3)を満足するように時間tに比例して変化し、所定期間Tの間に反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>の全てが設定される（以下、Tを掃引周期と呼ぶ）。但し、λ<sub>0</sub>は掃引開始時点t=0での最初の波長（以下、初期波長と呼ぶ）、δは時間に対する一定の波長変化率であり、時間tについては、0≤t≤Tの関係にある。

【0145】 $\lambda(t) = \lambda_0 + \delta \times t \quad \cdots (3)$

一方、受光部9は、双方向光カプラ11を介して戻ってくる反射光R<sub>v</sub>が入射され且つその反射光R<sub>v</sub>の透過選択波長を連続的に掃引させる如く変化させる波長可変フィルタ17と、波長可変フィルタ17を透過した光を光電変換する光電変換素子9<sub>a</sub>と、光電変換素子9<sub>a</sub>から出力される光電変換信号をデジタルデータに変換して制御部10へ出力するA/D変換器9<sub>b</sub>を備えている。そして、波長設定回路18が波長可変フィルタ17の透過選択波長を掃引変化させるための掃引制御を行なうようになっている。尚、この波長設定回路18の透過選択波長の変化範囲は、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の反射波長λ<sub>1</sub>～λ<sub>N</sub>を包含して、それよりも広波長域に設定される。更に、上記式(3)に対して次式(4)の関係に設定される。即ち、波長可変フィルタ8<sub>b</sub>の透過選択波長の変化に対して、波長可変フィルタ17の透過選択波長の変化は、

或る時間遅延△（以下、位相差と呼ぶ）をもって設定される。

【0146】

$$\lambda(t) = \lambda_0 + \delta \times (t - \Delta) \quad \cdots (4)$$

又、この位相差△は、前記式(2)に示した各波長毎の伝搬遅延時間△<sub>i</sub>と等価であり、更にこの位相差△の設定は、制御部10と波長設定回路10<sub>b</sub>、18との間に設けられた位相調整部23が行う。即ち、制御部10が位相調整部23に対して上記の掃引制御の開始を指令すると、位相調整部23が、まず、波長設定回路10<sub>b</sub>による波長可変フィルタ8<sub>b</sub>の掃引制御を開始させ、次に、位相差△の経過時点に、波長設定回路10<sub>b</sub>による波長可変フィルタ8<sub>b</sub>の掃引制御を開始させるようになっている。

【0147】次に、かかる構成を有する本実施例の動作を説明する。まず、制御部10が位相調整部23に対して上記の掃引制御開始を指令すると、位相調整部23及び波長設定回路10<sub>b</sub>の制御に従って、図25(a)に示すように、波長可変フィルタ8<sub>b</sub>の透過選択波長が、時間経過に比例して連続的に変化する。尚、監視対象である支線ファイバ線路W<sub>1</sub>～W<sub>N</sub>の数Nに対応してN回の掃引制御が行われ、同図(a)には、夫々の開始時間をt<sub>11</sub>、t<sub>21</sub>～t<sub>N1</sub>として示している。

【0148】更に、位相調整部23及び波長設定回路18の制御に従って、図25(b)に示すように、波長可変フィルタ17の透過選択波長が、時間経過に比例して連続的に変化する。尚、同図(b)に示すように、波長可変フィルタ17の透過選択波長は、上記開始時間t<sub>11</sub>、t<sub>21</sub>～t<sub>N1</sub>を基準として夫々固有の位相差△<sub>1</sub>、△<sub>2</sub>～△<sub>N</sub>ずつ遅延した時点t<sub>11</sub>+△<sub>1</sub>、t<sub>21</sub>+△<sub>2</sub>～t<sub>N1</sub>+△<sub>N</sub>から掃引制御される。ここで、位相差△<sub>1</sub>は、波長可変フィルタ8<sub>b</sub>から出射された検査光h<sub>v</sub>が反射部R<sub>1</sub>で選択反射されその反射光R<sub>v</sub>が波長可変フィルタ17に達するまでに要する伝搬遅延時間、位相差△<sub>2</sub>は、波長可変フィルタ8<sub>b</sub>から出射された検査光h<sub>v</sub>が反射部R<sub>2</sub>で選択反射されその反射光R<sub>v</sub>が波長可変フィルタ17に達するまでに要する伝搬遅延時間、以下同様にして、最後に位相差△<sub>N</sub>は、波長可変フィルタ8<sub>b</sub>から出射された検査光h<sub>v</sub>が反射部R<sub>N</sub>で選択反射されその反射光R<sub>v</sub>が波長可変フィルタ17に達するまでに要する伝搬遅延時間と等しくなっている。そして、反射部R<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の付設距離が予め既知であるので、これらの付設距離に基づいて予め算出された位相差△<sub>1</sub>、△<sub>2</sub>～△<sub>N</sub>のデータが位相調整部23に記憶され、位相調整部23がこれらのデータに基づいて図25(b)に示す位相差△<sub>1</sub>、△<sub>2</sub>～△<sub>N</sub>を設定する。

【0149】このように波長可変フィルタ8<sub>b</sub>と17を掃引制御すると、まず、図25(a) (b)の第1回目の掃引制御にあっては、或る時点t<sub>12</sub>において反射波長λ<sub>1</sub>に等しい検査光h<sub>v</sub>が波長可変フィルタ8<sub>b</sub>から出

射されたとすると、その検査光  $h\nu$  が反射部  $R_1$  で選択反射されて反射光  $R\nu$  となって波長可変フィルタ 17 に達するのに要する伝搬遅延時間と位相差  $\Delta_1$  とが等しいので、丁度、波長可変フィルタ 17 の透過選択波長が  $\lambda_1$  となった時点  $t_{13}$  に同期してその反射光  $R\nu$  が入射し、光電変換素子  $9_a$  へ透過する。このように、反射波長  $\lambda_1$  の反射光  $R\nu$  が波長可変フィルタ 17 に入射する時点と、波長可変フィルタ 17 の透過選択波長が  $\lambda_1$  となる時点とが同期するのは、 $(t_{13} - t_{11}) - (t_{12} - t_{11}) = \Delta_1$  の関係式が成立することからも明らかである。更に、波長  $\lambda_1$  を除く残余の波長の反射光  $R\nu$  については、波長可変フィルタ 17 の透過選択波長がこの様に同期して設定されないので、結局、第1回目の掃引制御にあっては、図 25 (c) 中の時点  $t_{13}$  に示すように、光電変換素子  $9_b$  からは波長  $\lambda_1$  の反射光  $R\nu$  の光電変換信号のみが出力されることとなる。そして、この光電変換信号は A/D 変換器  $9_b$  でデジタルデータに変化されて制御部 10 へ供給され、制御部 10 はこのデジタルデータが供給されると、反射部  $R_1$  の付設されている支線ファイバ線路  $W_1$  は正常であると判定し、逆にこのデジタルデータが供給されない場合には、その支線ファイバ線路  $W_1$  に断線等の異常が発生していると判定する。

【0150】次に、図 25 (a) (b) に示す第2番目の掃引制御、即ち、波長可変フィルタ  $8_b$  の掃引制御を時点  $t_{21}$  から開始すると共に、その時点  $t_{21}$  より位相差  $\Delta_2$  だけ経過した時点  $(t_{21} + \Delta_2)$  から波長可変フィルタ 17 の掃引制御を開始すると、上述した第1回目の掃引制御の場合の同期原理と同様に、反射部  $R_2$  によって選択反射された反射波長  $\lambda_2$  の反射光  $R\nu$  が波長可変フィルタ 17 に入射する時点  $t_{23}$  と、波長可変フィルタ 17 の透過選択波長が  $\lambda_2$  に設定される時点  $t_{23}$  とが一致（同期）することとなり、この結果、図 25 (c) に示す如く、時点  $t_{23}$  において、波長  $\lambda_2$  の反射光  $R\nu$  のみが光電変換素子  $9_a$  で光電変換信号に変換され、更にこの光電変換信号が A/D 変換器  $9_b$  でデジタルデータに変換されて制御部 10 へ供給される。

【0151】制御部 10 は、このデジタルデータが供給されると、反射部  $R_2$  の付設されている支線ファイバ線路  $W_2$  は正常であると判定し、逆にこのデジタルデータが供給されない場合には、その支線ファイバ線路  $W_2$  に断線等の異常が発生していると判定する。

【0152】このように、支線ファイバ線路  $W_1$  と  $W_2$  に関する異常監視について代表して説明したが、残余の支線ファイバ線路  $W_3 \sim W_N$  の異常監視についても同様に、第3番目から第N番目の各掃引制御によって個々に行われる。因みに、図 25 (a) ~ (c) に示す第N番目の掃引制御にあっては、波長可変フィルタ  $8_b$  による掃引制御が時点  $t_{N1}$  から開始されると共に、時点  $t_{N2}$  において反射部  $R_N$  の反射波長  $\lambda_N$  に等しい出射光  $h\nu$  が

波長可変フィルタ  $8_b$  から出射され、一方、波長可変フィルタ 17 による掃引制御が時点  $t_{N1}$  より位相差  $\Delta_N$  経過した時点  $(t_{N1} + \Delta_N)$  から開始され、時点  $t_{N3}$  において波長可変フィルタ 17 の透過選択波長が  $\lambda_N$  になることにより、波長  $\lambda_N$  の反射光  $R\nu$  が検出された場合を示す。このように、この実施例によれば、監視対象である複数個の支線ファイバ線路に、夫々異なる反射波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の反射部  $R_1 \sim R_N$  を夫々異なる距離  $L_1 \sim L_N$  に付設しておき、上述のように出射光  $h\nu$  の波長を連続的に変化させ、且つ、上記距離  $L_1 \sim L_2$  に対応する位相差  $\Delta_1 \sim \Delta_N$  を適用して、出射光  $h\nu$  の出射時点より遅れた所定時点から反射光  $R\nu$  の透過選択波長を連続的に変化させると、各反射部  $R_1 \sim R_N$  に設定されている反射光  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  每のパルス光を検出することができる。ひいては、この各パルス光の検出の有無によって支線ファイバ線路  $W_1 \sim W_N$  の異常の有無を判定することができると共に、パルス光が検出されないときには、そのパルス光に関する波長と位相差に基づいて、異常の発生した支線ファイバ線路を特定することができる。

20 又、かかる監視システムを比較的簡素な構成で実現することができる。

【0153】尚、この実施例にあっては、夫々に固有の单一反射波長が設定されている反射部  $R_1 \sim R_N$  を適用する場合を説明したが、図 2 (c) 又は図 3 (d) に示したような複数個の反射波長が設定されている反射部であって相互にその設定反射波長が相違する反射部を、図 12 に示す如く、支線ファイバ線路の夫々に付設距離を異なさせて設け、図 25 と同様の原理に基づく掃引制御を行っても良い。この場合には、図 25 (c) に示すように、掃引周期  $T$  毎に 1 つずつ单一波長のパルス光が検出されるのではなく、図 25 (d) に示すように、掃引周期  $T$  毎に各反射部の複数の反射波長のパルス光群が検出される。よって、複数個の反射波長が設定されている反射部を適用する監視システムにおいても、この実施例を適用することができる。

【0154】又、この実施例にあっては、図 12 に示すように、1段構成の光通信網の異常監視システムについて説明したが、図 19 に示した2段構成の光通信網ないしそれ以上の段数構成の光通信網の異常監視システムにも適用することができる。即ち、複数段構成の光通信網の異常監視システムの場合には、2段以降の支線ファイバ線路に付設する反射部の付設位置に基づいて位相差  $\Delta$  を予め算出しておき、図 25 (a) (b) と同様の原理に基づいて、出射側と受光側の波長可変フィルタの掃引周期の位相差  $\Delta$  を制御することで実現できる。

【0155】更に又、第8の実施例（図 15 を参照のこと）や第11の実施例（図 21 と図 23 を参照のこと）のように、制御部 10 が、各反射部の設置距離と各反射部の反射波長との両情報をマトリクス配列のデータとして処理するようにしてよい。

41

【0156】<実施例13>次に、第13の実施例を図26と共に説明する。尚、図26は局舎に設けられる監視装置6の構成を示し、第1～第12の実施例において説明した全ての監視装置6に適用されるものである。

又、図26において、第1～第12の実施例における監視装置の構成要素と同一又は相当する構成要素を同一符号で示している。

【0157】前述の第1～第12の実施例と対比しつつこの実施例の特徴点を説明すると、まず、前述した第1～第12の実施例における監視装置6内の双方向光カプラ11は、その第1のポートに投光部8、第2のポートに受光部9、第3のポートに幹線結合器7が接続され、残りの第4のポートは単に終端されている。そして、投光部8から出射された検査光hvが第1のポートに入射すると、第3のポートを介して幹線結合器7へ伝送される一方、幹線結合器7を通って伝送されてくる反射光Rvは第3のポートに入射し更に第2のポートを介して受光部9へ入射するようになっている。したがって、第4のポートは実質的に異常監視のために利用されていない。

【0158】これに対してこの実施例では、図26に示すように、第4のポートに反射部24を接続し、この反射部24で反射された光（以下、内部反射光と呼ぶ）をも受光部9で検出し、更に制御部10がこの内部反射光の情報を解析することによって、更に信頼性の高い異常監視システムを実現するようになっている。

【0159】更にこの実施例を詳述すると、図26において、双方向光カプラ11に設けられているポートの内、第1～第3のポートP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>に投光部8と受光部9と幹線結合器7が夫々図示の如く接続され、第4のポートP<sub>4</sub>に反射部24が接続されている。例えば、光ファイバを用いた双方向光カプラ11にあっては、複数本（同図では2本）の光ファイバ同士を近づけたときに発生する漏話（クロストーク）を利用して光分岐結合を行うものであり、光ファイバ同士を融着したり、クラッド層を薄くして光ファイバ同士を接着する等して製造されている。したがって、第1のポートP<sub>1</sub>に入射された検査光hvは、第3のポートP<sub>3</sub>を介して幹線結合器7へ伝送されることによって樹枝状光通信網の異常監視に供されることとなるだけではなく、この検査光hvの一部は、第4のポートP<sub>4</sub>からも出射され且つ、反射部24で反射されて内部反射光hv'となって再び第4のポートP<sub>4</sub>に入射し、そして第2のポートP<sub>2</sub>を通って受光部9へ入射する。

【0160】この内部反射光hv'は、投光部8と双方向光カプラ11及び受光部9との間の光伝送経路中を伝送する際に、かかる光伝送経路の影響を受けるので、例えば、これら投光部8と双方向光カプラ11及び受光部9を接続している光ファイバに断線などの異常が発生したり、投光部8と双方向光カプラ11及び受光部9の個

42

々の構成要素自身に特性の変化等が生じた場合には、制御部10に供給される内部反射光hv'のデータにこれらの異常情報が現れることとなる。尚、反射部24の反射波長は、投光部8から出射される検査光hvの全ての波長成分を反射し得る広波長域に設定され、例えば、全反射ミラー等がこの反射部24に使用される。

【0161】このように、内部反射光hv'には上述したような種々の情報を有するので、制御部10に内蔵されているマイクロコンピュータシステムが、定期的に、或いは本来の樹枝状光通信網の異常監視を行う前などにおいて監視装置6自身の異常の有無を診断するための自己診断期間を設定し、予めファームウェア等によって決められている所定の自己診断プログラムを実行して、受光部9から出力される内部反射光hv'のデータを解析処理することにより、異常の有無を判断する。そして、予め決められている診断項目中、光ファイバの断線などの自己復帰不可能な状態が検出された場合には、修理のための警報（ディスプレイによる警報表示や警告灯の点灯やブザーの鳴動など）を行い、投光部8内に設けられている光源の出射光強度が正規の範囲を逸脱したような場合には、その光源の出射光強度を正規の範囲内に補正するための帰還制御を行うなどの処理を自動的に行う。

【0162】かかる自己診断動作の一例を説明する。まず、制御部10が投光部8に対して検査光hvを出射させる。尚、この検査光hvをパルス光とするか、連続的な光とするか、又、单一波長とするか、広波長域の光とするかは、前記第1～第12の実施例における夫々の監視装置6の機能に合わせて設定されたり、診断項目にしたがって決められる。

【0163】監視装置6に異常が無ければ、この検査光hvの一部は、双方向光カプラ11の第4のポートP<sub>4</sub>を介して反射部24へ伝送され、反射部24で反射されて内部反射光hv'となり、再び双方向光カプラ11を介して受光部9に入射する。受光部9は、この内部反射光hv'を光電変換して光強度（又は受光量）に相当するデジタルデータを発生したり、内部反射光hv'のスペクトラムデータを発生して制御部10へ供給されることとなる。そして、制御部10は、これらのデータの値が正規の範囲から逸脱していれば、投光部8内の光源の出射光強度を正規の範囲内に戻すための帰還制御（光源を駆動するための供給電力を制御する等の制御）を行う。一方、投光部8と双方向光カプラ11及び受光部9を接続している光ファイバに断線などの異常が発生しているために、内部反射光hv'が受光部9に到達しないような場合には、制御部10は、受光部9から上記のデータが供給されないことを解析して、自己復帰不可能な異常が発生したと判断して上記の警報を発生する。

【0164】このように、この実施例によれば、監視装置自身を自己診断するので、信頼性の高い監視システムを実現することができる。

【0165】<実施例14>次に、第14の実施例を図27に基づいて説明する。この実施例は、上記の第1～第13の実施例において適用することができるものであり、樹枝状光通信網中の各支線ファイバ線路を各加入者端末装置に接続するための光コネクタに関し、前述した支線ファイバ線路に付設されるべき反射部をこの光コネクタに内蔵するようにしている。

【0166】この光コネクタのコネクタプラグ25は、外観構造を示す図27(a)と、部分的に破断して内部の要部構造を示す図27(b)に示される様に、周知の光コネクタプラグと同様に所定規格(例えば、SCコネクタの規格)に適合する構造を有している。即ち、ハウジング25aの後方端部に、第1～第13の実施例にて説明した特定の支線ファイバ線路からの光ファイバコード25bが連結されると共に、その光ファイバコード25b内の光ファイバ心線25cの先端部分がフェルール25dに連通し、更に、光ファイバ心線25c内の光ファイバ(図27(d)参照のこと)25fの先端部がフェルール25dの先端部25eまで延びている。そして、このコネクタプラグ25を、加入者端末装置側のコネクタアダプタ(図示せず)に装着すると、フェルール25dの先端部25eにおいて、光ファイバ25fの先端面(光の入出射面)と上記コネクタアダプタの光ファイバ(図示せず)の先端面とが光学的に接続される。

【0167】更に、この実施例特有の構成として、同図(b)～(d)に示す様に、フェルール25dの一側端(但し、可能な限り先端部25eに近接した部分)には、光ファイバ心線25cの中間部(途中部分)を所定長さだけ切除し且つ上記一側端まで開口するスリット状の空間を構成する反射部装着溝25gが形成されており、この反射部装着溝25gの空間内に、反射部26を着脱可能に嵌合させるようになっている。例えば、同図(c)に示す反射部26の外形形状は、反射部装着溝25gの空間形状より若干小さい相似形状(略円盤状)となっている。更に、反射部26には、反射部装着溝25gに嵌合された状態で、光ファイバ25fの上記切除による端面25h、25iに光学的に接続する光反射フィルタ26aが予め設けられており、その光反射フィルタ26aを被覆且つ支持する外皮部分として、フェルール25dと同一の素材が適用されている。

【0168】光反射フィルタ26aは、例えば、図3(a)～(d)に示す様に、光ファイバ25fと同一構造のコアとクラッドを有して、このコア内にコアとは屈折率の異なる複数個の媒体を所定間隔で一体に形成することによって、単一の反射波長又は複数個の反射波長を発揮させる構造となっている。

【0169】そして、前記第1～第13の実施例において説明した種々の反射波長に対応して、夫々固有の反射波長が予め設定されている複数種類の反射部26を準備しておき、加入者端末装置を樹枝状光通信網に接続する

際に、いずれかの反射部26を選択して装着することにより、固有のコネクタプラグ25として使用する。

【0170】このように、この実施例によれば、コネクタプラグ25の構成要素の内、反射部26を除く部分については汎用性を有するので、反射波長の異なる種々の反射部26をシリーズとして予め生産し、管理することができる。更に、加入者端末装置を樹枝状光通信網に接続する際に、反射部26の選択が可能であるので、敷設作業を簡略化することができる。又、局舎内の監視装置が異常監視処理を行うに当たって予め登録しておくための識別情報(監視対象である支線ファイバ線路と反射部の反射波長との整合性に関する情報等)を容易に設定することができる。更に又、反射部26は着脱可能であるので、樹枝状光通信網の監視システムの改変等に応じて別の種類の反射部26に取替えることが極めて容易となる。更に又、樹枝状光通信網の拡張に伴って、監視システムに適用する反射波長の種類を増加する必要が生じる場合でも、新たな反射波長を有する反射部26を追加製造して、既存のコネクタプラグ25をそのまま流用することができる。

【0171】これらの効果は一例であり、この実施例は、第1～第13の実施例に説明した監視システムに適用されることにより、部品供給を行う製造業者や、保守管理を行う保守管理業者その他の広い分野において、多種多様の極めて優れた効果を発揮する。

#### 【0172】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、夫々固有の波長選択性を有する反射部を支線フィルタ線路毎に対応付けて接続しておき、夫々の反射部に対応する波長成分を有する検査光をストローブ光として伝送させたときに反射してくる反射光の各波長毎の有無などを測定したり、又は、分歧中心となっている受動分歧素子から夫々異なる距離で夫々の支線ファイバ線路に反射部を設けておき、所定の検査光を入射したときに反射してくる散乱光を測定することによって、支線ファイバ線路の監視を行うようにしたので、支線ファイバ線路の異常の有無を放送局等で集中監視して、光線路網を逐次監視することができる。

【0173】更に、多数の支線ファイバ線路を個々独立に監視することができるので、異常の発生した支線ファイバ線路を特定することができ、迅速な処置を行うことができる。又、比較的簡単なシステム構成で確実な監視を実現することができると共に、複雑な光通信網及び次第に拡大される光通信網にも容易に対応し得る等の優れた効果を発揮する。又、支線ファイバ線路と加入者端末とを接続する光コネクタに、前記反射部を着脱可能に内蔵することにより、極めて利用効率の高い監視システムを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による監視システムの第1構成例を示す

システム構成図である。

【図 2】監視システムに付設される反射部の配置例を示す説明図である。

【図 3】反射部の構成例を示す説明図である。

【図 4】第 1 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 5】監視システムの動作を説明するための説明図である。

【図 6】第 2 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】第 3 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】第 4 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 9】第 5 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 10】第 6 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 11】第 7 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 12】本発明による監視システムの第 2 構成例を示すシステム構成図である。

【図 13】第 8 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 14】第 8 の実施例の動作を説明するための説明図である。

【図 15】第 8 の実施例において使用される反射部に設定される反射波長の組み合わせ例を表にして示す説明図である。

【図 16】第 8 の実施例の動作を更に説明するための説明図である。

【図 17】第 9 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 18】第 9 の実施例の動作を説明するための説明図である。

【図 19】本発明による監視システムの第 3 構成例を示すシステム構成図である。

【図 20】図 19 に示す第 3 構成例における監視動作を説明するための説明図である。

10 【図 21】図 19 に示す第 3 構成例に使用される反射部に設定される反射波長の組み合わせ例を表にして示す説明図である。

【図 22】図 19 に示す第 3 構成例における監視動作を更に説明するための説明図である。

【図 23】図 19 に示す第 3 構成例における監視動作を更に説明するための説明図である。

【図 24】第 12 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

【図 25】第 12 の実施例の動作を説明するための説明図である。

20 【図 26】第 13 の実施例における監視装置の構成を示すブロック図である。

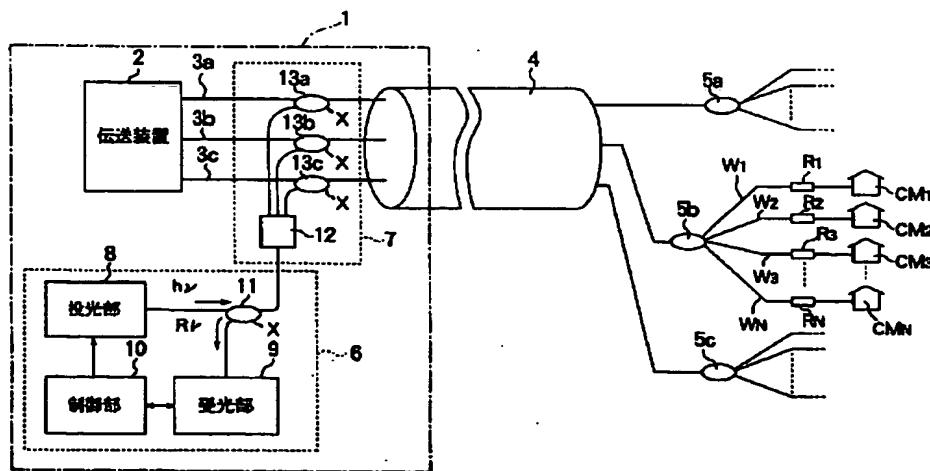
【図 27】第 14 の実施例として示す光コネクタの構造説明図である。

【符号の説明】

1 …局舎、2 …伝送装置、3a ~ 3c …幹線光ファイバ線路、5a ~ 5c …受動分岐素子、6 …監視装置、7 …投光部、8 …受光部、9 …受光部、10 …制御部、11 …光カプラ、W1 ~ WN、W11 ~ W1N、W21 ~ W2M …支線光ファイバ線路、R1 ~ RN、R11 ~ R1N、R21 ~ R2M、24、26 …反射部、25 …光コネクタ。

30

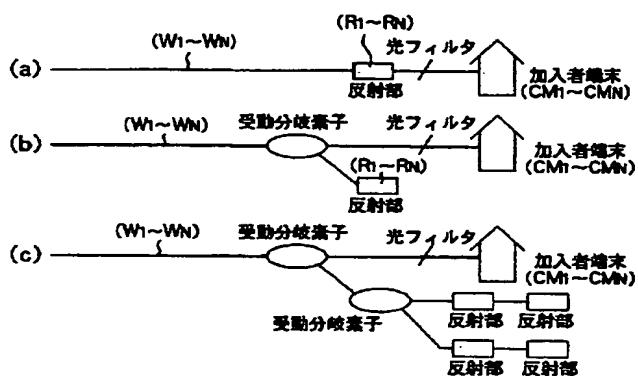
【図 1】



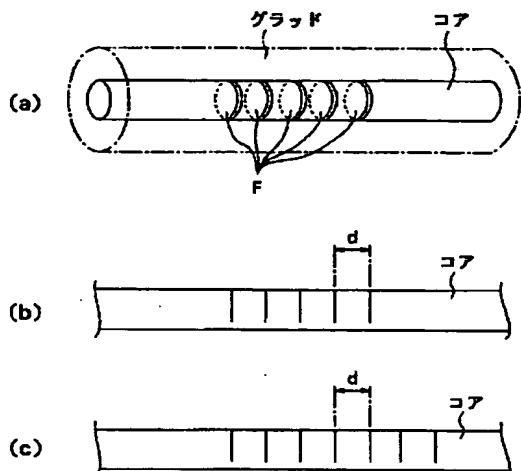
【図 15】

	$\lambda_3$	$\lambda_2$	$\lambda_1$
R <sub>1</sub>	1	1	1
R <sub>2</sub>	1	1	0
R <sub>3</sub>	1	0	1
R <sub>4</sub>	1	0	0
R <sub>5</sub>	0	1	1
R <sub>6</sub>	0	1	0
R <sub>7</sub>	0	0	1

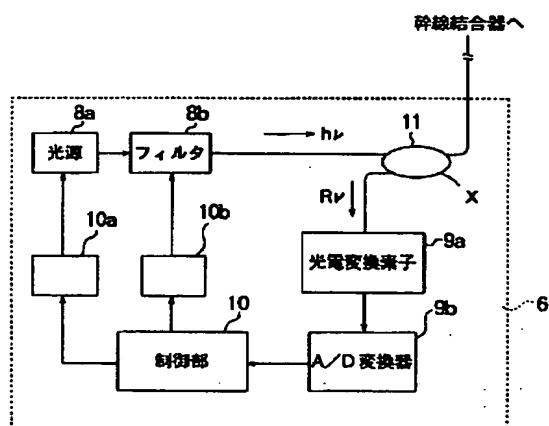
〔图2〕



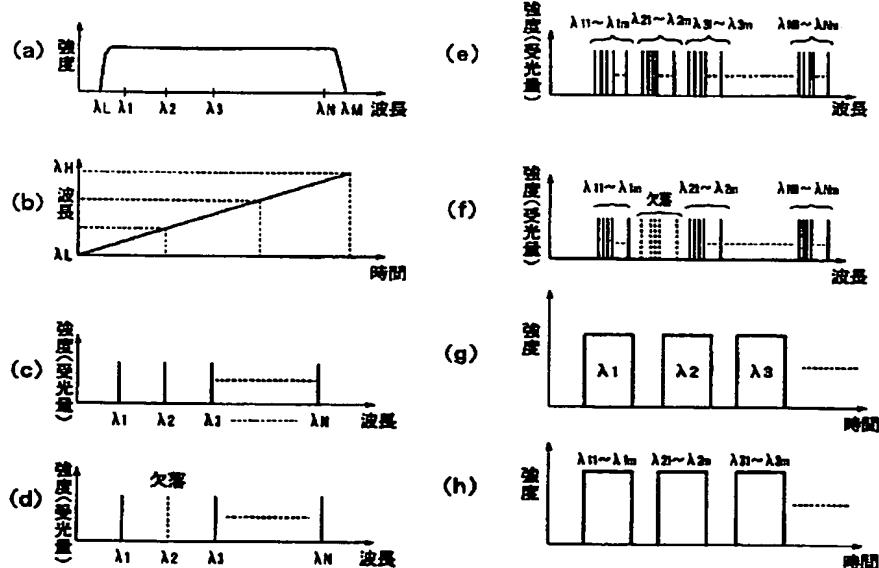
【图3】



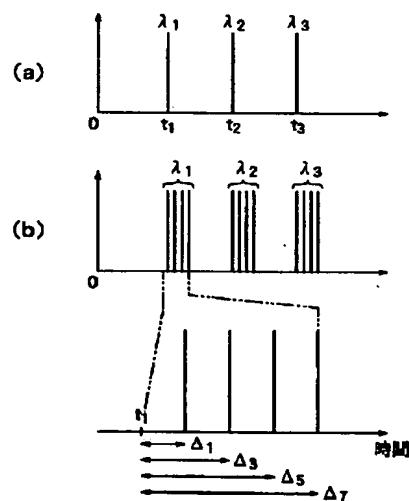
(图 4)



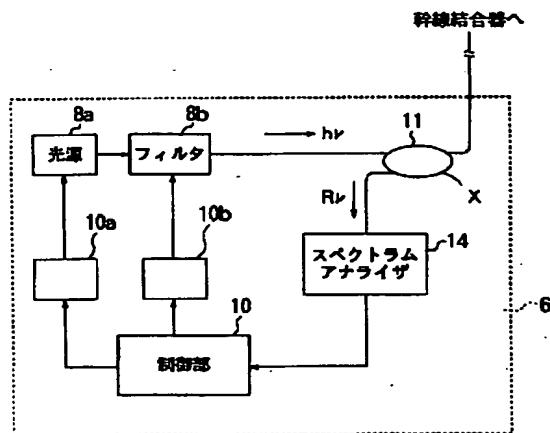
〔图5〕



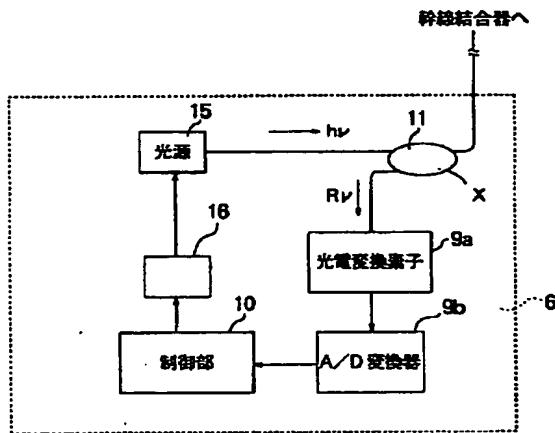
【図16】



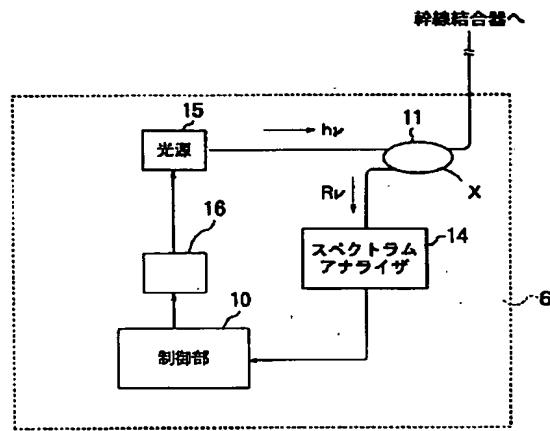
【図6】



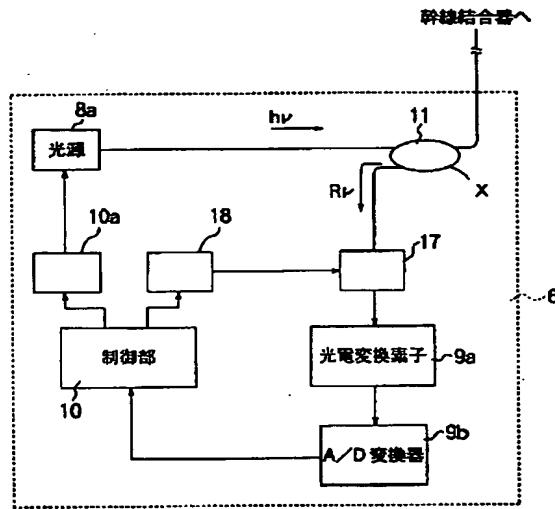
【図7】



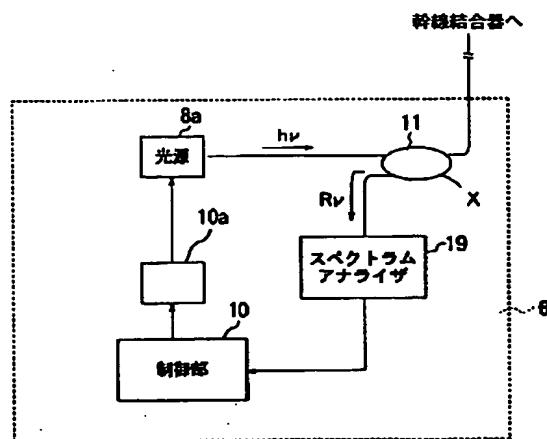
【図8】



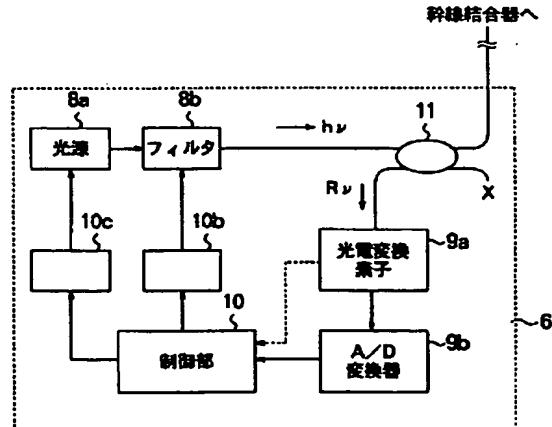
【図9】



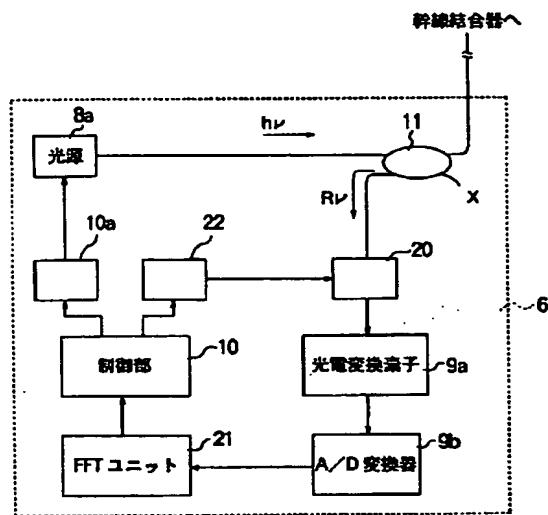
【図10】



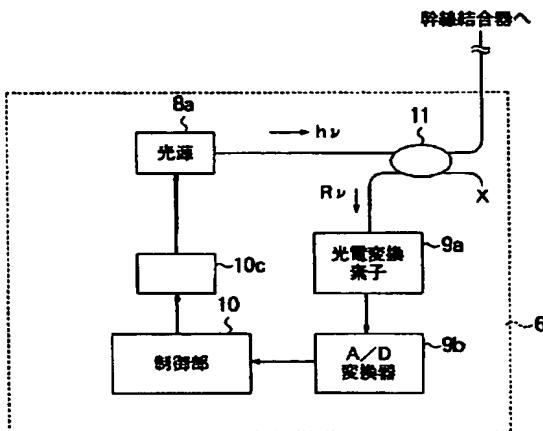
【図13】



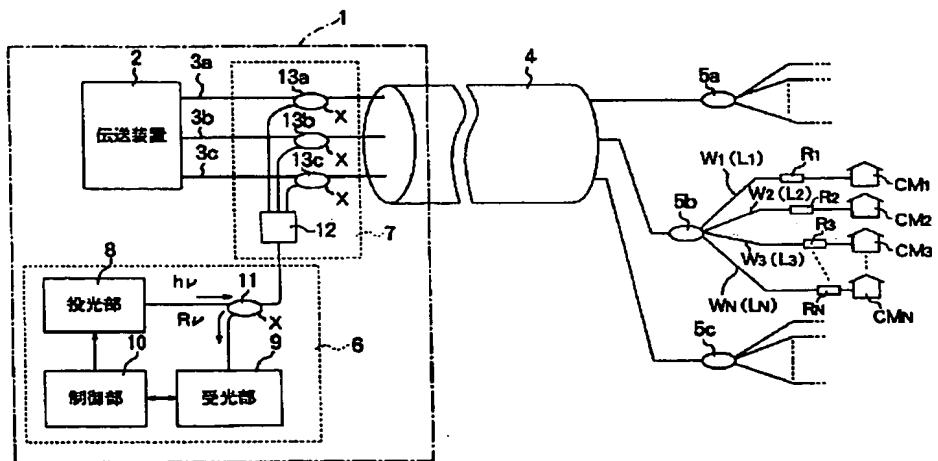
【図11】



【図17】



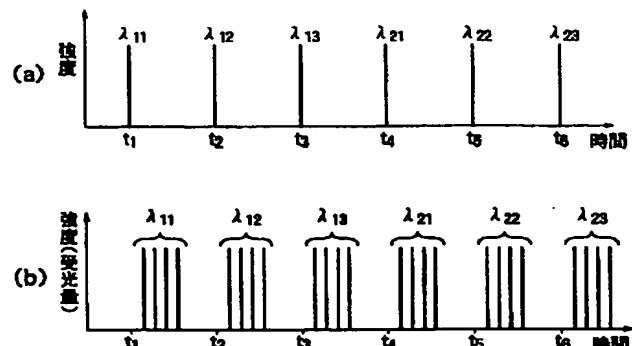
【図12】



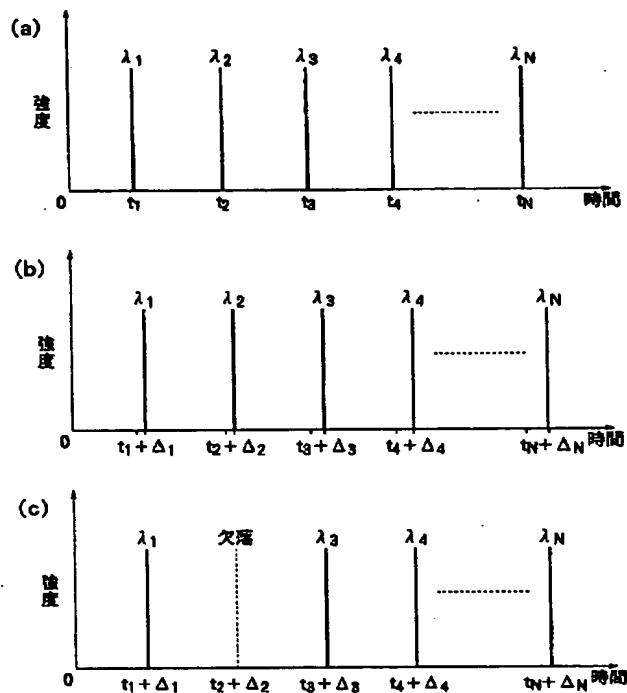
【図21】

	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{21}$	$\lambda_{22}$	$\lambda_{23}$
$R_{11}$	1	1	1	0	0	0
$R_{12}$	1	1	0	0	0	0
$R_{13}$	1	0	1	0	0	0
$R_{14}$	1	0	0	0	0	0
$R_{15}$	0	1	1	0	0	0
$R_{16}$	0	1	0	0	0	0
$R_{17}$	0	0	1	0	0	0
$R_{21}$	0	0	0	1	1	1
$R_{22}$	0	0	0	1	1	0
$R_{23}$	0	0	0	1	0	1
$R_{24}$	0	0	0	1	0	0
$R_{25}$	0	0	0	0	1	1
$R_{26}$	0	0	0	0	1	0
$R_{27}$	0	0	0	0	0	1

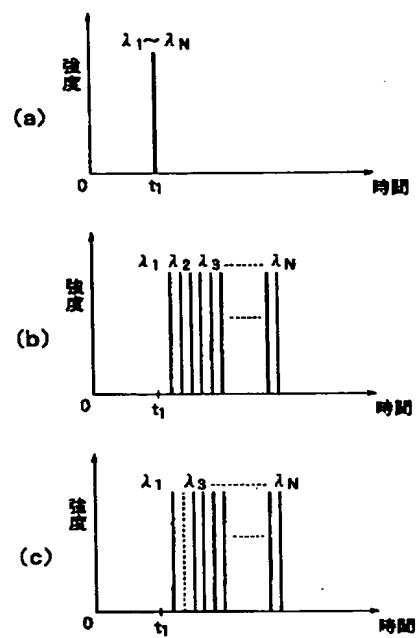
【図22】



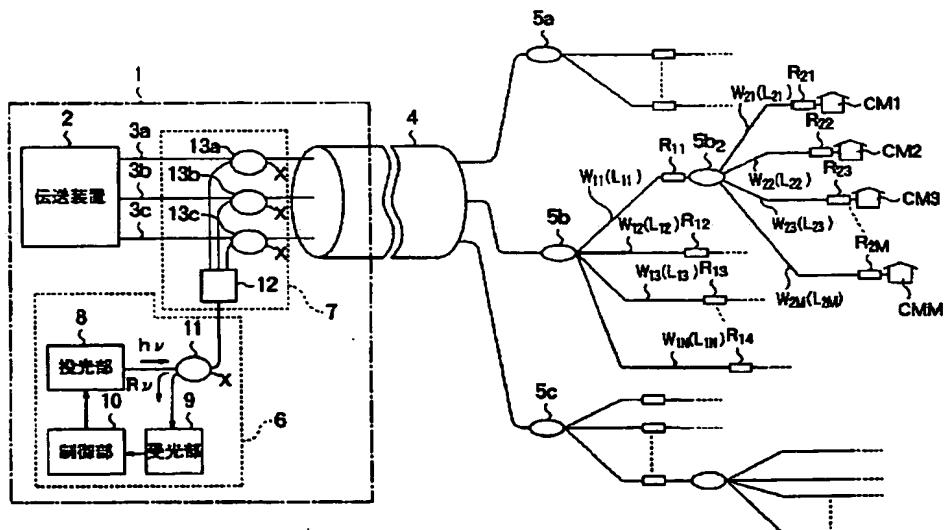
【図14】



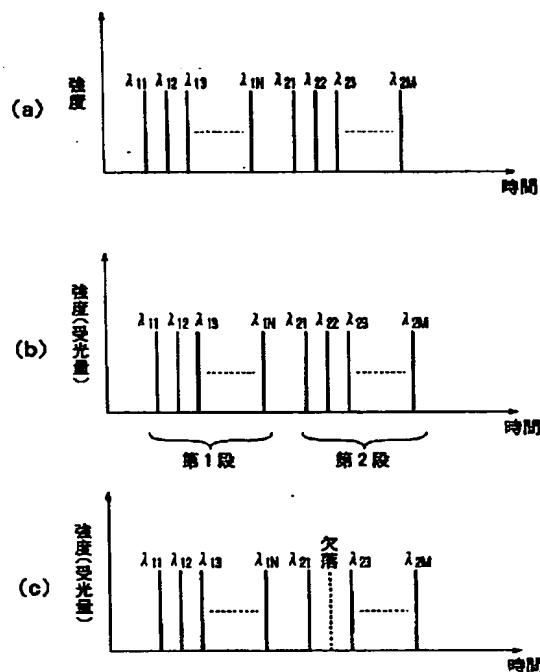
【図18】



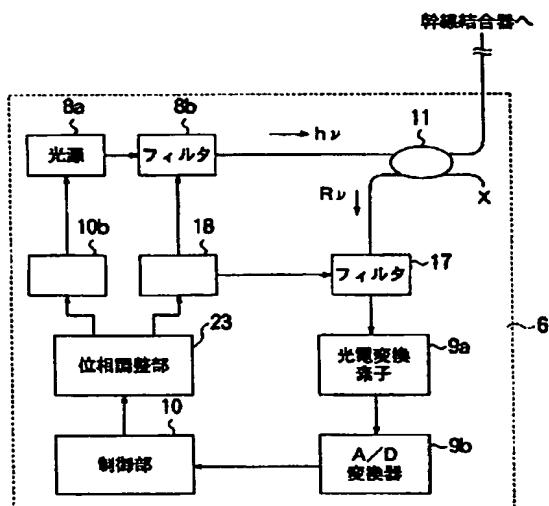
【図19】



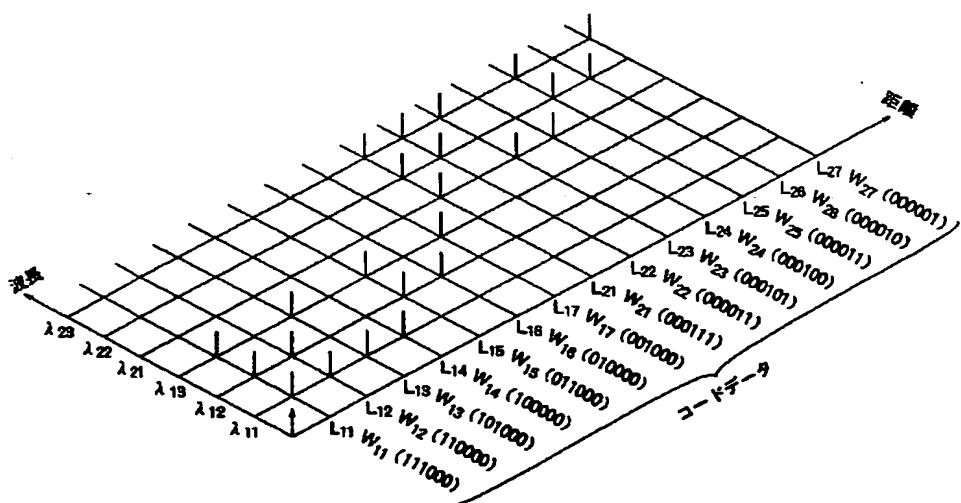
【図20】



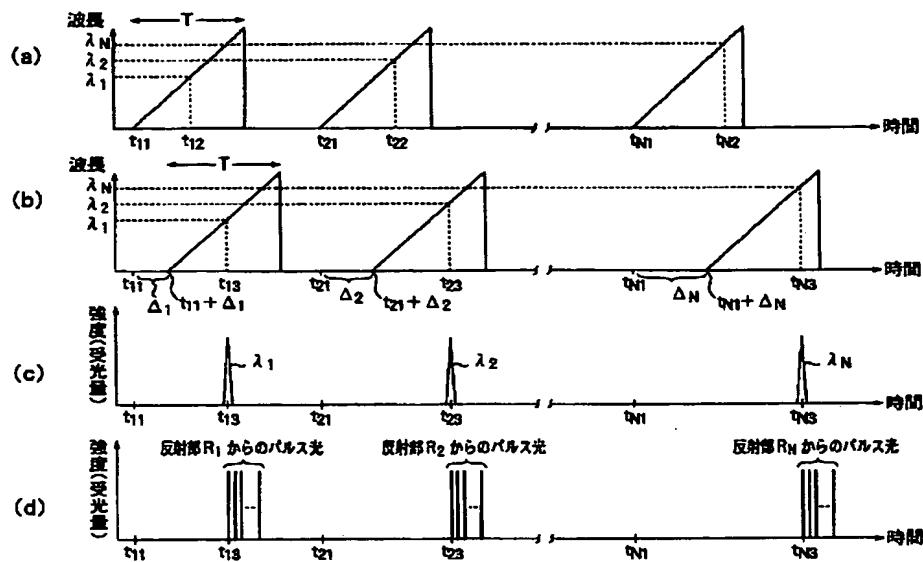
【図24】



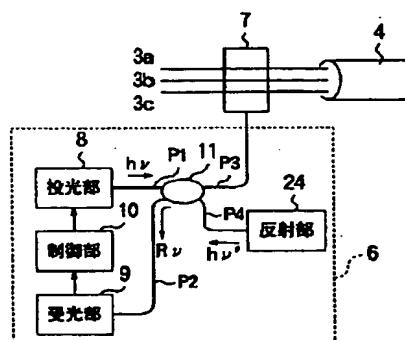
【図23】



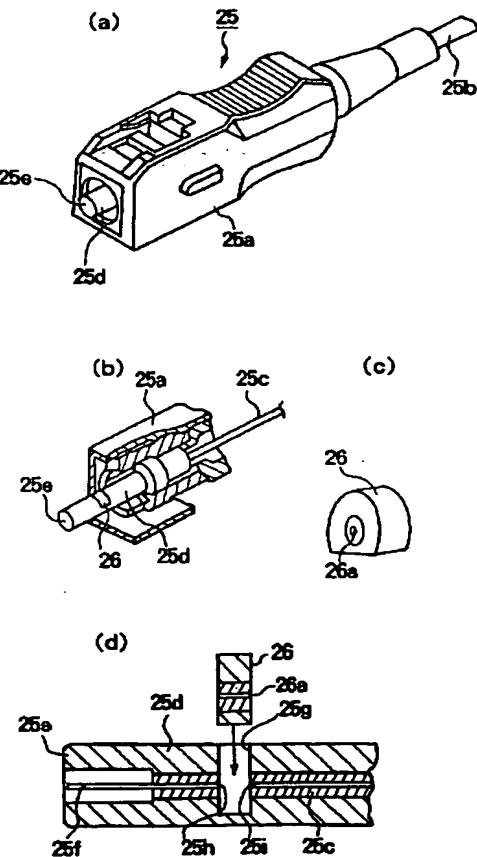
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所  
H 04 L 11/00 3 4 0

(72) 発明者 山下 克也 (72) 発明者 大槻 文男  
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内 本電信電話株式会社内